



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación sísmica estructural y refuerzo estructural del edificio San
Rafael, Chiclayo, Lambayeque, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTOR:

Ruiz Vilela, Felix Rafael (orcid.org/0000-0001-6529-8133)

ASESOR:

Mg. De La Cruz Vega, Sleyther Arturo (orcid.org/0000-0003-0254-301X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO - PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo de investigación se la dedico a mis hijas, **Génesis Ruiz Farfán, Ana Ruiz Farfán, Gasdaly Ruiz Farfán** y a mis nietos **Cristopher Raphael y Jazmín Yamile** por haberme incentivado para hacer realidad mis sueños de ser un profesional.

Este trabajo se la dedico a Dios por haberme permitido cumplir mis sueños de ser un profesional y a los profesores de la Universidad que me dieron la oportunidad de salir adelante.

Ruiz Vilela, Félix Rafael

Agradecimiento

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo incondicional para no rendirme y así realizar un sueño hecho realidad.

Ruiz Vilela, Félix Rafael

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	11
3.2. Variables y Operacionalización	11
3.3. Población, modelo, muestreo y unidad de análisis.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	13
3.6. Métodos de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS.....	49

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos	13
Tabla 2. Control de contenido de humedad.	15
Tabla 3. Clasificación de suelos.....	15
Tabla 4. Estimación del peso total de la edificación.....	18
Tabla 5. Estimación del peso total de la edificación.....	20
Tabla 6. Análisis sísmico	27
Tabla 7 .Cálculo de distorsión.....	31
Tabla 8 .Cálculo de distorsión.....	31

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Estabilización de suelo.....	12
Figura 2. Área tributaria C5 en el eje "5D".....	16
Figura 3. Asumimos una columna de : 25x25cm.....	18
Figura 4. Asumimos una columna de: 35x35cm.....	19
Figura 5. Asumimos una columna de: 25x25cm.....	21
Figura 6. Asumimos una columna de: 35x35cm.....	22
Figura 7. Envolvente de momentos.....	23
Figura 8. Envolvente de cortantes.....	24
Figura 9. Envolvente de cortantes.....	24
Figura 10. Espectro inelástico de pseudo aceleraciones-Sistema Dual.....	25
Figura 11. Diagramas de momentos y cargas axiales.....	25
Figura 12. Sección de acero en columna.....	26
Figura 13. Diagrama de interacción.....	26
Figura 14. Cálculo de distorsiones de la edificación.....	30
Figura 15. Cálculo de distorsión.....	30
Figura 16. Plano de planta general original de nivel 1.....	33
Figura 17. Plano de planta general del nivel 2-4.....	34
Figura 18. Modelo de estructura vista 1.....	36
Figura 19. Modelo de estructura vista 2.....	36

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo verificar la resistencia sísmica estructural del edificio de 4 niveles y azotea para lo cual se utilizó el software ETABS 15.2. La metodología empleada fue la de diseño por resistencia, con este método se busca que la resistencia última de un elemento sometido a flexión, compresión o corte o sea mayor o igual a la fuerza última que se obtiene mediante la combinación de cargas aplicadas. La población de muestra estuvo conformada por los edificios multifamiliares de la urbanización 3 de octubre de la ciudad de Chiclayo. Los resultados obtenidos demuestran que la estructura se encuentra en un estado vulnerable por lo que se recomienda reforzar el edificio con columnas de sección de 0.35 X 0.35, en la parte central ya que solo cuenta con vigas a peraltadas.

Palabras clave: Resistencia sísmica estructural, resistencia, cargas aplicadas.

ABSTRACT

The objective of the research work was to verify the structural seismic resistance of the 4-story building and roof for which the ETABS 15.2 software was used. The methodology used was the design by resistance, with this method it is sought that the ultimate strength of an element subjected to bending, compression or shear is greater than or equal to the ultimate strength obtained by the combination of applied loads. The sample population consisted of the multifamily buildings of the 3 de Octubre housing development in the city of Chiclayo. The results obtained show that the structure is in a vulnerable state; therefore, it is recommended to reinforce the building with columns of section 0.35 X 0.35, in the central part, since it only has can't girders.

Keywords: structural seismic resistance, strength, applied loads.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Así tenemos que las actividades sísmicas en el mundo no ocurren de igual intensidad en todas las regiones ya que los países que se encuentran cerca del océano pacífico se les denominan anillo de fuego y por ende más propensos a sufrir movimientos sísmicos. es por ello que las edificaciones deben de someterse a una investigación para observar los daños materiales y de vidas que provocan. Por esta razón se debe verificar las zonas en las cuales la coyuntura sísmica se ha producido, así como el daño que ocasione a las estructuras.

En Chile en 2010 ocurrió un terremoto a gran escala, de la historia de Chile el cual fue de 8.8 grados el movimiento telúrico se registró en el océano pacífico, este movimiento sísmico ocasionó grandes pérdidas humanas, así como pérdidas en infraestructuras la cual afectó a 500.000 viviendas.

En la ciudad de Piura en lo que va del año ocurrió un sismo y el centro telúrico se localizó cerca de la ciudad de Sullana el cual fue de una magnitud de 6.1 la cual provocó muchos daños en las infraestructuras de la vivienda ya que como es de conocimiento que dichas edificaciones son realizadas de manera empírica y por ende colapsan.

Nuestra región Lambayeque también se encuentra en el anillo de fuego ya que nos encontramos frente al océano pacífico y por ende estamos propensos a los movimientos sísmicos ya que tenemos muchos años de silencio sísmico, desde los años 70 hasta la fecha no hemos tenido un terremoto de gran magnitud, es por ello, que me propongo a realizar una evaluación sísmica a una edificación para verificar su seguridad estructural.

1.2. Problema de investigación:

El planteamiento del interrogante de investigación:

¿Cuál es la evaluación sísmica estructural para verificar la seguridad estructural del edificio multifamiliar San Rafael provincia de Chiclayo, Lambayeque?

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo general

Definir el riesgo estructural de la edificación del edificio en la ciudad de Chiclayo, determinando la ocupación de la debilidad y el riesgo sísmico.

1.3.2. Objetivo específico

Establecer el riesgo estructural, y así determinar el tipo de suelo, estado actual, estabilidad de los tabiques del edificio.

1.4. Hipótesis de investigación

La hipótesis que se plantea en el edificio es que con la evaluación estructural se pueda verificar si dicha edificación cumplirá con la seguridad estructural y sísmica y así evitar pérdidas sociales para lo cual verificaremos que la estructura cumpla con las normas peruanas de edificación (NTE E-030) en el posible hecho que no cumpla las normas se tomara la decisión de hacer los refuerzos necesarios a la estructura.

1.5. Justificación

El estudio se justifica que la edificación del edificio se encuentra localizada en una zona de alta nivel sísmico, ya que nos encontramos cerca al litoral del océano pacífico y por lo cual estamos dentro del anillo de fuego, y viendo que el mencionado edificio ha sido construido sin ningún asesoramiento técnico, he visto por consiguiente establecer dos modelos de justificaciones para realizar esta evaluación.

En cuanto a la justificación practica vemos que el edificio San Rafael se encuentra ubicada en la denominada línea de fuego, y su edificación ha sido construida en una antigüedad mayor de 7 años y que en este momento se encuentran deteriorándose, es por eso que pensando en un posible terremoto de gran magnitud

y pueda causar daños a las edificaciones, y así pueda, originar daños en las edificaciones y pérdida humanas. Por eso con la investigación se quiso dar cumplimiento a dos de las tareas esenciales de la ciencia, primero, validando las condiciones de la construcción multifamiliar; y segundo, comprobar las averías que posiblemente se hayan producido en él y predecir su comportamiento ante una falla estructural. Para estar seguros que si cumple y decidir el grado de peligro y riesgo estructural al que está expuesta esta edificación, y así poder realizar rectificaciones si fuese necesario.

1.6. Limitaciones del estudio

Se va a determinar el riesgo sísmico de la edificación del edificio multifamiliar, y así verificara un conjunto de normas determinadas en la NTE-030. Con esta norma expondré lo siguiente, se realizará el diseño sísmico resistente. Se advertirá las pérdidas humanas, se verificará que los servicios básicos continúen y al mismo tiempo menguar los daños en las estructuras. (2003)

Y así poder dar la conformidad para que se realicen los siguientes principios para el diseño:

Diseño sismo resistente, las edificaciones no debería ocasionar daños peligrosos a los seres humanos digno del movimiento sísmico fuerte que ocurriría en el lugar, así también como a la estructura debería resistir movimientos sísmicos suaves durante su vida útil, advirtiendo potenciales daños dentro de lo mínimo aceptables” (MTC;2003: 4-5).

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Según Buitrago (2017), en la tesis de título: “Valoración de la debilidad estructurada de las construcciones indefectibles del grupo III y IV en la jurisdicción del distrito de Viterbo caldas”, de la Universidad libre seccional Pereira (Colombia), nos indica que este estudio se realizó en el distrito Viterbo y empezó con la inspección y su diseño en las precisas edificaciones consideradas. Ya estando en campo para verificar su estado estructural, se realiza la inspección de las síntesis estructurales de utilidad, con la finalidad de formar su estado de contusión en el software ETABS. Posteriormente, reconocidas las carencias estructurales, a la luz de la NSR-10, se hicieron las recomendaciones para el amortiguamiento requeridas y así las edificaciones concordarán a las reglas y de esta manera se amortiguará, y así garantizar su servicio seguro.

Una vez terminado el trabajo de investigación, se dio el diagnóstico y se confirmó los daños en las estructuras (debilidad estructural) del Distrito Municipal, el policlínico San José, El Establecimiento Educativa la milagrosa y la Entidad de Bomberos, con cuantiosas fallas estructurales, que lo coloca al municipio un escenario de alta inseguridad, La única construcción que no tenía daños estructurales fue la Plaza de Mercado, ya que esta construcción fue realizada en el año 1978. Siguiendo en la misma línea se ve lo importante que es la realización de una evaluación sísmica estructural en las edificaciones ya sean del estado o privado ya que de esa forma podemos ayudar a la comunidad a sentirse seguro en la edificación.

Martínez (2014) en su tesis que toda esta metodología esta ideada para examinar la vulnerabilidad de cada edificio y grupo de edificaciones iguales, verificar cada una de ellos de forma individual. La propuesta Risk UE también acepta colocar un índice de vulnerabilidad a conjuntos de edificaciones las cuales son conocidas por las estadísticas que analiza, este ejemplo se utiliza en ciudades en la que la información de las construcciones individuales es insuficiente, inconcluso o incompleto y se valora la distribución integral del

edificio establecido cuya estructura estadística se acostumbra evaluar a través de un muestreo en la zona representativa de la localidad.

El objetivo de este compromiso es examinar y extender esta metodología y procedimientos basados en tipologías constructivas para poder determinar y gradual las cuantificaciones urbanísticas aquellos que están reglamentados en las normas urbanas de un plan general de clasificación urbano y así evitar pérdidas económicas y personales.

Como se puede apreciar casi todos los países toman las evaluaciones sísmicas de edificaciones como una necesidad que debemos tomar en cuenta ya que muchas de las edificaciones son muy antiguas y requiere permanentemente en evaluaciones ya sea sísmica como estructural.

Antecedentes nacionales

López (2023) en su tesis titulada: “Análisis comparativo del comportamiento estructural entre sistemas de concreto armado y estructuras compuestas para una vivienda en Juliaca - Puno, 2022”. Su objetivo fue determinar mediante un análisis comparativo del comportamiento estructural entre sistemas de concreto armado y estructuras compuestas para una vivienda. Los resultados le permitieron afirmar que ante un sismo de diseño los dos sistemas se comportan estructuralmente de la misma manera (1).

Becerra y Sánchez (2021) desarrollaron un estudio titulado: “Evaluación del desempeño estructural de una edificación de concreto armado de 20 pisos utilizando el análisis estático no lineal multimodal”. Su objetivo fue evaluar el rendimiento estructural de un edificio de concreto armado de 20 pisos utilizando un Análisis Estático No Lineal Multimodal. La metodología aplicada involucró el uso del software ETABS V19 para modelar el edificio y obtener puntos de desempeño según el método de coeficientes de desplazamiento de la ASCE 41-17, así como los desplazamientos de entrepiso para cada modo. Los resultados de la investigación revelaron que la omisión del efecto de torsión puede llevar a una subestimación significativa de las derivas, que van desde un 8.46% hasta un 49.64% en los primeros 19 pisos y hasta un 90.11% en la azotea (2).

Neyra y Romero (2019), en su investigación que lleva por título: "Influencia de la interacción suelo-estructura en el estudio sísmico en edificios a porticadas sobre zapatas aisladas debido al cambio analítico y condiciones geotécnicas". Se propusieron como objetivo fue determinar la influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico en edificaciones aporticadas sobre zapatas aisladas debido al cambio de geometría y condiciones geotécnicas. Su metodología incluyó la aplicación de modelos estructurales. Para concluir indican que al considerar la influencia del suelo en la interacción con la estructura en el análisis sísmico y a medida que las condiciones geotécnicas se vuelven menos favorables, se producen cambios en las deformaciones en cada uno de los modelos (3).

Villanueva (2018) en su trabajo cuyo título es: "Influencia del suelo arenisco en el comportamiento estructural de una edificación de la obra confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018". Su objetivo fue analizar cómo la interacción del suelo arenoso afecta el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla. La metodología incluyó ensayos de mecánica del suelo, cálculo de capacidad admisible del terreno y módulo balasto, así como la obtención de espectros de respuesta según la norma peruana. Se calcularon coeficientes de rigidez y se realizaron diferentes modelos estructurales. Los resultados revelaron que la flexibilidad del suelo aumenta significativamente los asentamientos totales, los desplazamientos laterales entre pisos y los periodos de vibración en comparación con un suelo rígido indeformable. Por ejemplo, los asentamientos totales se incrementaron en un 80.16% en el eje X y los desplazamientos laterales en el quinto y primer piso aumentaron en un 55.6% y 88.97% respectivamente en comparación con el suelo rígido. Además, los periodos fundamentales de vibración aumentaron en un 32.77% en el eje X y en un 7.85% en el eje Y debido a la flexibilidad del suelo arenoso (4).

Garay (2017) en su estudio titulado: "Influencia de la Interacción Suelo-Estructura en el comportamiento sísmico de un edificio de 7 niveles del plan "Multifamiliar los Balcones del Valle" Barrio Columbo-Cajamarca". El objetivo fue realizar el análisis sísmico de un edificio multifamiliar de 7 niveles ubicado en la ciudad de Cajamarca con un tipo de suelo flexible. La metodología implicó análisis estáticos, dinámicos espectrales y de tiempo-historia siguiendo la Norma peruana E.030 de "Diseño sismorresistente". Asimismo, utilizó el software SAP2000 v.18 para realizar el

análisis, considerando sismos en diferentes direcciones con respecto al eje más largo del edificio, así como acelerogramas reales proporcionados por el CISMID-UNI correspondientes a sismos históricos. Los resultados indican que al incorporar la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico, se logró reducir las fuerzas internas en los elementos estructurales en un 37.18%, aumentar los desplazamientos laterales de entrepiso en un 28.49%, y aumentar los periodos de la primera forma de vibración en un 23.78% en comparación con el modelo de empotramiento perfecto convencional.

En el artículo de Faringo y otros (2022) presentaron su investigación titulada: “Evaluación sistémica y rehabilitación de una edificación universitaria construida hace más de 40 años”. Su objetivo fue estudiar el comportamiento, estado actual y rehabilitación del edificio del Departamento de Formación Básica de la Escuela Politécnica Nacional en Quito, Ecuador, que presenta patologías estructurales. Utilizaron diferentes metodologías que incluyeron análisis lineal estático, análisis dinámico espectral y análisis estático no lineal. En sus resultados indican encontraron que el reforzamiento estructural mediante el uso de paneles de relleno (enchape) logró mejorar significativamente el desempeño sísmico de la estructura, alcanzando un nivel de seguridad de vida para el sismo de diseño. Este refuerzo aumentó la capacidad de carga lateral máxima en el sentido más flexible del edificio (5).

Loor y Mosquera (2016) en su trabajo para alcanzar la titulación en la especialidad de ingeniería civil, de título: “Tensión de la selección de peligro sísmico, valoración, reposición de distribuciones NEC-se-re”, mediante una valoración de perito in situ de las distribuciones de la zona 2 del riesgo de un potencial estallido del volcán Cotopaxi y sismos, de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El objetivo fue tasar los daños que se alcanzan en las estructuras ante un viable movimiento sísmico para tal trabajo se realizó un examen percibido del momento actual de los edificios del sector, dando una lista de resultados del grado de fragilidad en que se encuentran las estructuras. En sus conclusiones señalan con respecto a los resultados, que existen debilidades sísmicas en la localidad. El examen demostró que el 65% de los edificios se les debe realizar un análisis sísmico. Mientras que el 35% de los edificios analizados no es necesario un análisis minucioso de las 98 estructuras positivas se alcanzó como resultado que el 34% de las viviendas están

diseñadas de dos niveles, el 29% están edificadas de 3 niveles, el 17% están fundadas de 1 nivel. el 15% están edificadas de 4 niveles y el 6% están edificadas de 5 niveles, facilitando dato que las estructuras de 2 niveles son aquellas determinadas al sector examinado. De acuerdo al prototipo de estructuras las características de la zona son las edificaciones edificadas en concreto armado con un 85% de un integral de 89 estructuras ensayadas, adicionando se encontró que el 1% de las edificaciones son de valor, el 10% de las edificaciones son de barro, el 2% de las edificaciones son de madero y el 1% de las edificaciones son de caña (6).

Cifuentes y Fuentes (2018) en su investigación desarrollada como requisito de grado de ingeniero civil en la Universidad industrial de Santander Colombia, titulada: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica actual del albergue temporal en Bucaramanga aplicando algoritmo de clasificación supervisada", El objetivo de este trabajo es seleccionar un grupo de albergues transitorios fichados en la zona de Bucaramanga y serán clasificados en 5 tipos de vulnerabilidad. La experiencia de un profesional en evaluaciones porque sería de suma importancia, viendo el costo se dio el inicio de la investigación. Se llegó a la conclusión que para otros trabajos se debería coger un mayor conjunto de muestras. Y recoger mayor información para cada caso, debido a la variedad que se dan en los datos y generan dudas lo cual nos lleva a errores y así puede menguar la eficacia de la muestra. Son muchas las razones que posiblemente afecte la vulnerabilidad (7).

Rodríguez (2016) de México, en su artículo titulado: "Una revisión crítica de la práctica de diseño por sismo por sismo de estructuras en México". Su objetivo fue evaluar las demandas de aceleraciones y desplazamientos en los terremotos de México 1985, Chile 2010, y Christchurch 2010 y 2011. La metodología de su trabajo para analizar la forma en que las estructuras responden a los sismos, las regulaciones de diseño sismorresistente se centran principalmente en la determinación de la resistencia lateral de la estructura. Esto lleva a que la evaluación comparativa de las solicitudes y la capacidad de deformación de la estructura se relegue a un plano secundario. En sus resultados determinó que los valores espectrales de desplazamientos requeridos, que se calcularon utilizando los registros de aceleración de los terremotos investigados en este estudio, resultaron ser en todos los casos superiores a los establecidos por las normativas

vigentes en las diferentes ubicaciones afectadas por estos sismos. En algunos casos, estos valores de demanda superaron las especificaciones normativas en un aproximado del 100% o incluso más (8).

Gómez y Loayza (2014) en su tesis de grado de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Nacional de Huancavelica “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del centro de salud del distrito de Ayacucho”. Esta averiguación tiene como finalidad verificar la debilidad sísmica y la serie de afectaciones que evidenciaron los Centros de Salud del Jurisdicción de Ayacucho, ante un posible movimiento sísmicos mediante un examen cualitativo. Para tal fin se tomó una serie de evaluaciones en las edificaciones. Este trabajo, es un informe para avizorar a las autoridades, así sismo; servirá también para realizar una contingencia frente a un movimiento sísmicos, evitando daños más adelante. Además, se realizaron el examen de las distintas metodologías cualitativas. Se determinó en las conclusiones que los tres Centros de Salud examinados de las localidades de Concho Pata y Santa Elena se caracterizan por tener una fragilidad muy baja, a diferencia del centro de Salud de Belén cuya fragilidad es media. Les permitió deducir de la investigación un significativo índice de pérdidas para los centros de salud, examinados partir de la evaluación de tres expertos. Dos de estos especialistas indican un incremento de 0.1g de todos los puestos de Salud que han experimentado deterioro, y para el tercero 0.32g los puestos de Salud de Concho pata y Santa Elena tienen capacidad para resistir detrimentos de gran consideración y demandando resarcimientos y el puesto de Salud de Belén los deterioros son altos se exhorta a que sean desalojados y derribados debido a la velocidad de sus daños por la aceleración de 0.37g. No obstante, la totalidad de los puestos de salud toleran fuertes deterioros, pero los costos por concepto de arreglos son elevados, por lo que se sugiere su desocupación y destrucción posterior. Se verifico que, en el puesto de Salud de Belén, en el nivel tres no se ejecutó la orientación técnica respectiva, ocasionando que haya más probabilidades de que estas estructuras no resistan.

Huapaya (9) desarrollo una investigación, para obtener la titulación en ingeniería civil, de la Universidad Ricardo Palma. “Evaluación de los Itinerarios del Procedimiento Sísmico del edificio con procedimiento porticado a través de la técnica estática no lineal”. El Objetivo, fue conocer el proceder más verdadero de una construcción, así también se intenta realizar un examen estático, con la ayuda

de un programa informático para el diseño de estructuras. El estudio le permitió confirmar la veracidad y precisión de las evaluaciones que se requieren para determinar que una la estructura que muestra una conducta lineal. La órbita de desplazamiento forjada por el examen admitirá echar de ver los valores de sobre la firmeza y ductilidad. En sus conclusiones, indica que la cuantía de la sobre firmeza $\gamma\Omega$, es anexo del tiempo básico de la edificación. Dado que el tiempo primordial de la estructura es mayor, proporcional al aumento del $\gamma\Omega$. El factor de flexibilidad μ está directamente relacionado con el periodo básico de la estructura. Si este periodo aumenta, este valor de μ disminuirá siguiendo una ecuación polinómica. La capacidad de desplazamiento de las construcciones supera los requisitos fijados en la norma de diseño sísmico E-030 en términos del espectro de demanda, y la resistencia al corte último, tal como se observa en las curvas de capacidad de las estructuras, excede la resistencia al corte especificado en el proyecto presentado según las pautas de diseño sísmico-resistente NPE E-030.

Noel (10) en su tesis, para alcanzar el título de ingeniero civil, de la Universidad San Martín de Porres "Evaluación de la Debilidad Sísmica trabajando el método italiano para establecer la inseguridad sísmica en las casas de barro de la quinta los Virreyes del Rímac". El objetivo fue evaluar las viviendas para verificar el estado de vulnerabilidad en que se encuentran dichas viviendas ya que su gran mayoría son de adobe. Conclusiones, El 100% de las casas de la quinta Los Virreyes del Rímac están en un nivel de riesgo sísmico medio, debido a que cuenta con una vulnerabilidad sísmica media y un peligro sísmico bajo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de Investigación:

El tipo de estudio fue descriptivo se centró en la elaboración de un informe exhaustivo que abarcó el fenómeno en cuestión, incluyendo sus atributos y su estructura.

Diseño de investigación:

El diseño de investigación fue no experimental ya que se caracterizó por observar, analizar y describir fenómenos o situaciones existentes en su entorno natural, sin intervenir ni manipular variables de manera deliberada.

Enfoque de investigación:

El estudio se ubicó dentro del enfoque cuantitativo, porque se usará para la recolectar los datos para así poder probar mi hipótesis, como también el análisis estático, su desarrollo se hizo a partir de una estructura u organización por fases las cuales no pueden ser omitidas, dado que la información de cada una de estas aporta a la solución del problema planteado, y a la realización de los objetivos.

3.2. Variables y Operacionalización

Variable Cuantitativa I

Evaluación sísmica: es un proceso técnico que implica la recolección, análisis y evaluación de la información relacionada con la actividad sísmica, con el propósito de determinar la fragilidad y el riesgo sísmico de las construcciones, edificios, infraestructuras y áreas geográficas específicas (IGC, 2020).

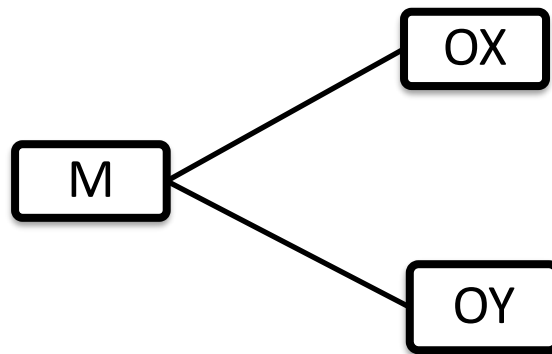
Variable Cuantitativa II

Verificación de la seguridad estructural: son estudios realizados en una investigación para verificar los efectos sísmicos y los fenómenos asociados a la licuación del suelo, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre la zona a investigar. Los estudios dan información de los posibles daños producidos por el fenómeno natural, así como las limitaciones y exigencias que deriven del estudio (IGC, 2020).

Figura 1. Estabilización de suelo

Donde

M: Estructura del edificio
OX: Sísmica estructural
OY: Refuerzo estructural



Fuente: Elaborado por el autor

3.3. Población, modelo, muestreo y unidad de análisis

Población

La población que se encuestó estuvo compuesta por 50 edificios que conforman la urbanización 3 de octubre de la ciudad de Chiclayo, en la cual se encuentra el edificio a evaluar.

Muestra

Para realizar el muestreo se consideraron las apreciaciones de 10 edificios con particularidades típicas, mayoritariamente estos son de 4 y 6 pisos con una técnica estructural a porticado.

Muestreo

Dentro de los 10 edificios de la urbanización 3 de octubre, se tomó la decisión que el trabajo de investigación por conveniencia sería el edificio multifamiliar San Rafael de la ciudad de Chiclayo.

Unidad de análisis

La unidad de estudio es el edificio multifamiliar San Rafael de la ciudad de Chiclayo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

El método que se utilizó es el modo de visualización e investigación, dado que se realizó la toma de datos, la síntesis de la información recopilada, para poder catalogarla y posteriormente caracterizarla y clasificarla de acuerdo a los objetivos del estudio.

Tabla 1. Técnicas e instrumentos

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Encuesta	Cuestionario
Observación	Ficha de observación

Fuente: Elaboración propia

Cuestionario

Es utilizado para medir datos de investigaciones cuantitativas. Es por eso que cuando surgen fenómenos de carácter social, el instrumento para recopilar datos que más se usa es el cuestionario.

Ficha de observación

Es un formato que se emplea en el registro sistemático de las observaciones, es esencial para recoger la información en el lugar o de los sujetos. Para ello, se recopiló la información en el lugar dejando constancia en el documento de sus observaciones.

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo de la investigación, el procedimiento que se siguió fue el siguiente:

- a) Primero: Realizare una visita a la urbanización 3 de octubre para poder conversar con los propietarios de los edificios a evaluar.
- b) Segundo: Se verificó el estado actual en la que se encuentran las edificaciones y se tomara datos
- c) Tercero: Se tomaron diferentes muestras edificio a evaluar.
- d) Cuarto: Se procesaron los datos con el software Etabs 2015.

- e) Quinto: Se diseñaron nuevos planos de arquitectura y estructura, haciendo las correcciones necesarias.

3.6. Métodos de análisis de datos

Los métodos que se emplearon fueron los siguientes:

- Un registro ordenado manual y sus clasificaciones
- Procedimiento computarizado empleando el Microsoft 2016
- Diseño de planos con el programa AutoCAD (V2019)
- Elaboración de los cronogramas respectivos para cada momento, con la ayuda del software: MS Project (V2016)
- Elaboración del presupuesto mediante el programa: S10 (V2015)
- Procesamiento de datos específicos para el análisis de las estructuras y las dimensiones del edificio mediante el ETABS (V2015)

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó con base en los principios éticos que rigen a la investigación científica y de acuerdo a las regulaciones de la Universidad César Vallejo. Asimismo, se respetó el origen de la información, independiente de su procedencia. La información, datos y registros que se recopilaron y presentaron en este estudio son originales a fin de cumplir con las exigencias y requisitos de la institución, se evitando incurrir en plagio, falsificación de datos o utilización contenidos académicos sin citarlos oportunamente. En este sentido, con respecto al uso de la producción intelectual de los diferentes autores cuyas referencias fueron citadas en el texto, y sus aportes reseñados a lo largo del trabajo han sido mencionados con todos sus datos en las referencias bibliográficas respetando así los principios del respeto a la producción intelectual. Asimismo, el estudio se apegó a lo que dictamina el código de ética para la investigación aprobado por resolución N.º 470-022-VI-UCV (11), y se pasó por la herramienta Turnitin.

IV. RESULTADOS

Esta investigación se propuso como objetivo establecer la resistencia sísmica estructural del edificio de 4 niveles y azotea para lo cual se utilizó el software ETABS 15.2

El diseño metodológico utilizado fue un diseño por resistencia, el cual tiene como propósito es evaluar si la resistencia de un componente bajo carga de flexión, compresión o corte es igual o superior a la fuerza última resultante de la suma de las cargas aplicadas.

La población de muestra estuvo conformada por los edificios multifamiliares de la urbanización 3 de octubre de la ciudad de Chiclayo.

Los resultados obtenidos demuestran que la estructura se encuentra en un estado vulnerable por lo que se recomienda reforzar el edificio con columnas de sección de 0.35 X 0.35, en la parte central ya que solo cuenta con vigas peraltadas. Así pues, se obtuvieron los siguientes resultados en la siguiente tabla 1-2:

Tabla 2. Control de contenido de humedad.

EXCAVACIÓN	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD M	HUMEDAD W (%)
C-1	M1	0.30-1.70	8.20
C.1	M2	1.70-2.30	18.33
C-1	M3	2.30-3.00	26.40
C.2	M1	0.30-1.80	9.38
C-2	M2	1.80-2.40	18.84
C-2	M3	2.40-3.00	26.53
C-3	M1	0.30-1.70	9.08
C-3	M2	1.70-2.40	18.58
C-3	M3	2.40-3.00	26.27

Fuente: Los resultados expuestos en las tablas fueron dados por el laboratorio, servicios técnico profesionales mecánicas de suelos, pavimentos y ensayos de materiales.

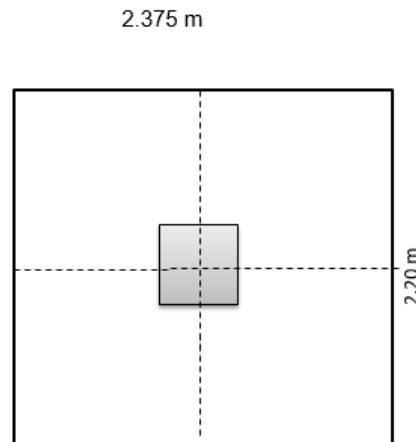
Tabla 3. Clasificación de suelos

EXCAVACIÓN	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD M	CLASIF. SUELOS
C-1	M1	0.30-1.70	CL
C.1	M2	1.70-2.30	CL-ML
C-1	M3	2.30-3.00	CL
C.2	M1	0.30-1.80	CL
C-2	M2	1.80-2.40	CL-ML
C-2	M3	2.40-3.00	CL
C-3	M1	0.30-1.70	CL
C-3	M2	1.70-2.40	CL-ML
C-3	M3	2.40-3.00	CL

Fuente: Los resultados expuestos en las tablas fueron dados por el laboratorio, servicios técnico profesionales mecánicas de suelos, pavimentos y ensayos de materiales.

4.1. Pre dimensionamiento de columna de refuerzo en el eje "3D"

Pre dimensionamiento de columna (refuerzo)



Asumimos una columna de: 2.375m x 2.20m

Figura 2. Área tributaria C5 en el eje "5D"

Fuente: Elaboración propia

CALCULO DEL PESO MUERTO (Pm)

$$A_g \geq \frac{P_u}{\phi(f'_c + \rho f_y)}$$

$$A_g \geq \frac{P_{ser}}{n f'_c}$$

Dónde:

A_g: Área de la sección transversal de la columna.

P_u: Peso último.

Φ: Factor para columna rectangular:

0.45

0.30

f'c: Resistencia a la compresión del concreto.

ρ: Cuantía – Asumida (2%)0.02

f_y: Resistencia a la fluencia del acero

Donde:

A_g: Área de la sección transversal de la columna

P_s: Peso de servicio

n: Factor para columna internas.

f'c: Resistencia a la compresión del concreto.

$$P_u = (1.4 * PM * 1.7 PV)$$

Donde:

P_u: Peso último total

PM: Peso muerto

Ps: Peso vivo

AREA TRIBUTARIA DE LA COLUMNA

Peso de losa entre piso

$$2.375 \times 2.20 = 5.225 \text{ m}^2$$

METRADOS DE CARGA

Para la columna C5 EJE 5D y 6D

Cálculo de Peso Muerto (PM)

$$\frac{\text{Peso de la losa de entre piso}}{\text{PLA: } \frac{300\text{Kg}}{\text{m}^2 \times 5.225\text{m}^2}} = 1567.5 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Peso de tabiquería repartida}}{\text{PTR: } \frac{100\text{Kg}}{\text{m}^2 \times 5.225\text{m}^2}} = 522.5 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Peso de acabados}}{\text{PACB } \frac{100\text{kg}}{\text{m}^2 \times 5.225 \text{ m}^2}} = 522.5 \text{ Kg}$$

$$\frac{\text{Peso de vigas}}{\text{PVIG: } \frac{100\text{Kg}}{\text{m}^2 \times 5.225}} = 522.5 \text{ Kg}$$

Peso muerto: 3135.00 Tn

Cálculo del Peso Vivo (PV)

Peso de la sobrecarga	Peso Vivo
$P_{s/c} \text{ 1-4: } 200 \text{ kg/m}^2 \times 5.225 \text{ m}^2$	1045.00 kg
=	
$P_{s/c} \text{ AZOT: } 100 \text{ kg/m}^2 \times 5.225 \text{ m}^2 =$	522.50 kg
	1567.50 Tn
	4702.50

Tabla 4. Estimación del peso total de la edificación.

N°	P. Losa	P. Acab.	P. T.R.	P. Vig.	P. M.	P.V.
5°	1567.50	522.50	522.50	522.50	3135.00	522.50
4°	1567.50	522.50	522.50	522.50	3135.00	1045.00
3°	1567.50	522.50	522.50	522.50	3135.00	1045.00
2°	1567.50	522.50	522.50	522.50	3135.00	1045.00
1°	1567.50	522.50	522.50	522.50	3135.00	1045.00

Fuente: Elaboración propia

Amplificación de las cargas

Peso último

$$Pu: (1.4 * PM + 1.7PV) = (1.4 * 1567.50 + 1.7 * 4702.50) = 10721.70 \text{ kg} = 10.72 \text{ Tn}$$

Peso de servicio

$$Pu: PM + PV = (1567.50 + 4702.50) = 6270.00 \text{ kg} = 6.27 \text{ Tn}$$

Predimensionamiento de sección de columna (refuerzo)

Cálculo de Peso Muerto (Pm)

$$Ag \geq \frac{Pu}{\phi(f'c + \rho fy)}$$

$$Ag \geq \frac{6270.00 \text{ kg}}{0.45 * (210 + (0.02 + 4200))} = 474.00 \text{ cm}^2 \text{ Área obtenida}$$

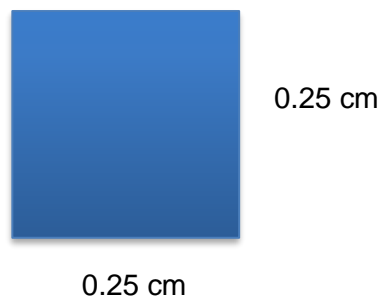


Figura 3. Asumimos una columna de : 25x25cm

Fuente: Elaboración propia

Área de la columna **625 cm²**

Cumple las dimensiones

$$A_g \geq \frac{P_{ser}}{n f'c}$$

$$A_g \geq \frac{1.10 P_{ser}}{n f'c} = \frac{1.10 \times 6270.00 \text{ kg}}{0.30 \times 210 \text{ kg/cm}^2} = 1094.76$$

Predimensionamiento de sección de columna (refuerzo)

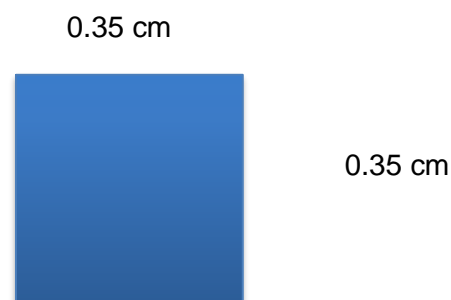


Figura 4. Asumimos una columna de: 35x35cm

Fuente: Elaboración propia

Área de columna 1225 cm²

METRADO DE CARGAS

Para la columna C5 EJE 4D

CALCULO DE PESO MUERTO (PM)

Peso de la losa de entre piso:

$$PLA: \frac{300 \text{ kg}}{\text{m}^2} \times 20.125 \text{ m}^2 = 6037.50 \text{ kg}$$

Peso de tabiquería repartida:

$$PTR: \frac{100 \text{ kg}}{\text{m}^2} \times 20.125 \text{ m}^2 = 2012.50 \text{ kg}$$

Peso de acabados:

$$PACB: \frac{100kg}{m^2} \times 20.125m^2 = 2012.50kg$$

Peso de vigas:

$$PVIC: \frac{100kg}{m^2x} \times 20.125m^2 = \frac{2012.50 kg}{14087.50 kg}$$

PESO MUERTO = 14.087 tn

CALCULO DEL PESO VIVO (PV)

Peso de la sobrecarga:

P_{s/c} 1-4:

$$\frac{200kg}{m^2} \times 20.125m^2 = 4025.00kg$$

P_{s/c} AZOT:

$$\frac{100kg}{m^2} \times 20.125m^2 = \frac{2012.50kg}{6037.50kg}$$

PESO VIVO = 6.037 tn

7043.50

26164.50

Tabla 5. Estimación del peso total de la edificación.

N°	P. LOSA	P. ACAB.	P. T.R.	P. VIG.	P. M.	P.v.
5°	6030.50	2012.50	2012.50	2012.50	1408.70	2012.50
4°	6030.50	2012.50	2012.50	2012.50	1408.70	6037.50
3°	6030.50	2012.50	2012.50	2012.50	1408.70	6037.50
2°	6030.50	2012.50	2012.50	2012.50	1408.70	6037.50
1°	6030.50	2012.50	2012.50	2012.50	1408.70	6037.50

Fuente: elaboración propia.

Amplificación de las cargas

PESO ÚLTIMO:

$$PU: (1.4 * PM + 1.7PV)$$

$$PU: (1.4 * 7043.50 + 1.7 * 26164.50) = 54340.55 \text{ kg} = 54.34 \text{ Tn}$$

PESO DE SERVICIO:

$$Pu: PM + PV =$$

$$Pu: (7043.50 + 26164.50) = 40251.50 \text{ kg} = 40.25 \text{ Tn}$$

CALCULO DE PESO MUERTO (Pm)

$$Ag \geq \frac{Pu}{\phi(f'c + \rho fy)}$$

$$Ag \geq \frac{54340.00 \text{ kg}}{0.45x(210+(0.02x4200))} \quad 410.73 \text{ cm}^2 \text{ \u00e1rea obtenida seg\u00fan c\u00e1lculos}$$

Predimensionamiento de secci\u00f3n de columna (refuerzo)

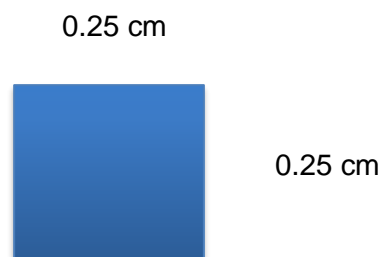


Figura 5. Asumimos una columna de: 25x25cm

Fuente: Elaboraci\u00f3n propia

\u00c1rea de columna: 625 cm²

Cumple las dimensiones

$$Ag \geq \frac{Pser}{n f'c}$$

$$A_g \geq \frac{1.10 P_{ser}}{n f'c} = \frac{1.10 \times 40251.50 \text{ kg}}{\frac{0.30 \times 210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} = 7028.03 \text{ cm}^2$$

Predimensionamiento de sección de columna (refuerzo)

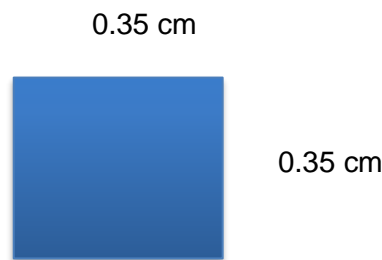


Figura 6. Asumimos una columna de: 35x35cm

Fuente: Elaboración propia

Área de columna 1225 cm²

Cumple con las dimensiones

FUERZA CORTANTE DE DISEÑO

Fuerza cortante mínima en la base:

La resistencia a la fuerza de corte en la base de la residencia no debe ser inferior al 80% del valor de la fuerza de corte basal alcanzada a través del análisis estático en el caso de distribuciones regulares, ni menor al 90% en el caso de distribuciones irregulares.

Para alcanzar estos criterios, la Norma E.030 establece que los resultados del análisis dinámico (sin considerar desviaciones) deben ser multiplicados por el factor "f", que implica la relación entre la fuerza de corte basal estática y dinámica. Este elemento debe ser mayor que uno (12).

JUNTA DE SEPARACIÓN SÍSMICA

La Norma de Diseño Sismo resistente E.030 (13) indica que se requiere de un trecho libre (s) entre edificaciones contiguas, todo ello para impedir la proximidad

entre ellas (14). Para ello esta norma ha dispuesto unas medidas específicas que se detallan a continuación:

$$S \geq 3 \text{ cm.}$$

$S \geq 2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes.

$$S = 3 + 0.004(h-500); \text{ altura del edificio; } h \text{ y } S \text{ en cm.}$$

$$S = 3 + 0.004(1445-500) \rightarrow S = 6.78 \text{ cm}$$

4.2. Diagramas de fuerza y momentos

En las figuras que muestran a continuación se observa el envolvente D.M.F de los pórticos, ocasionado por cargas sismo y de gravedad.

Estas unidades de los momentos se describen en toneladas por metro TM y en lo que respecta a las fuerzas cortantes en toneladas.

4.3. Envoltentes de momentos

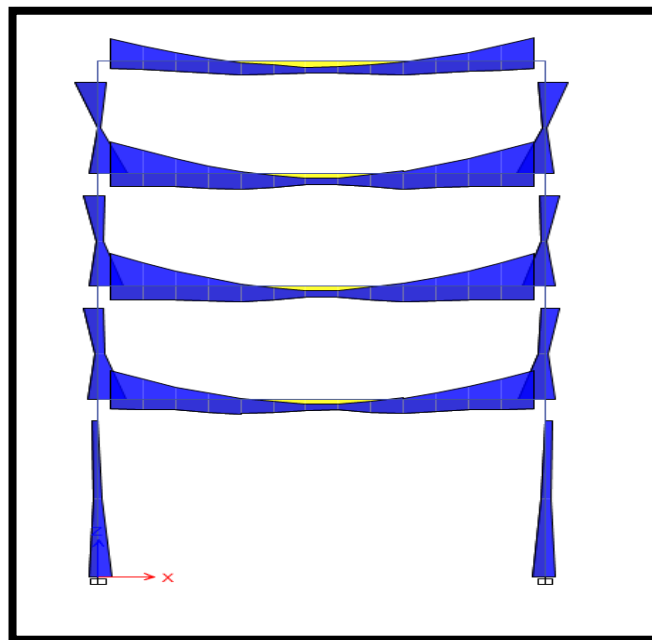


Figura 7. Envolvente de momentos

Fuente: Elaboración propia

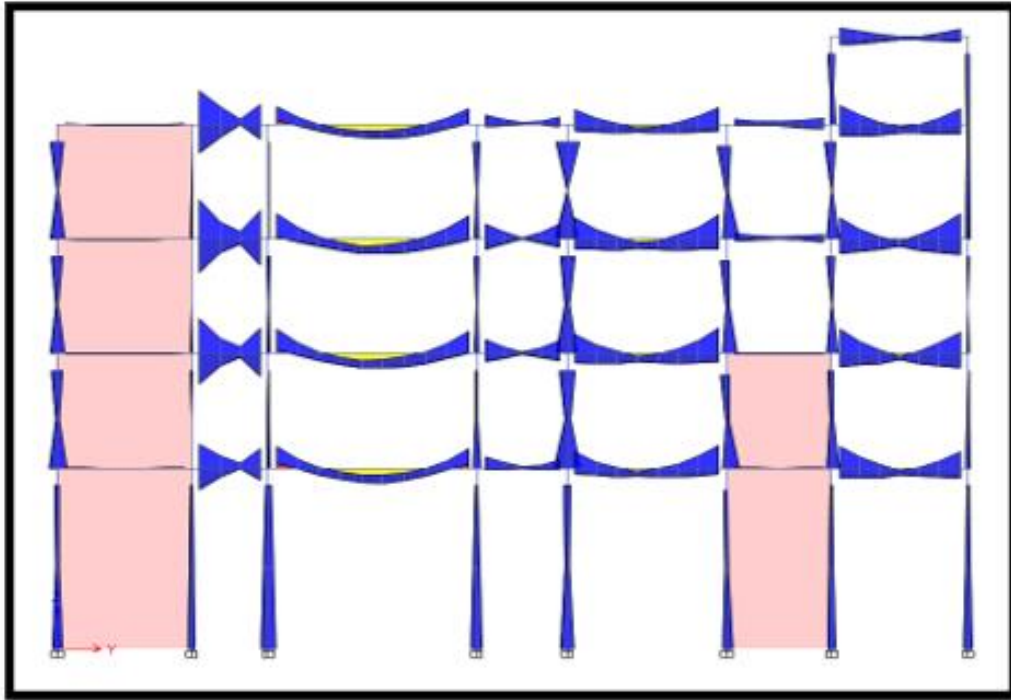


Figura 8. Envolvente de cortantes

Fuente: Elaboración propia

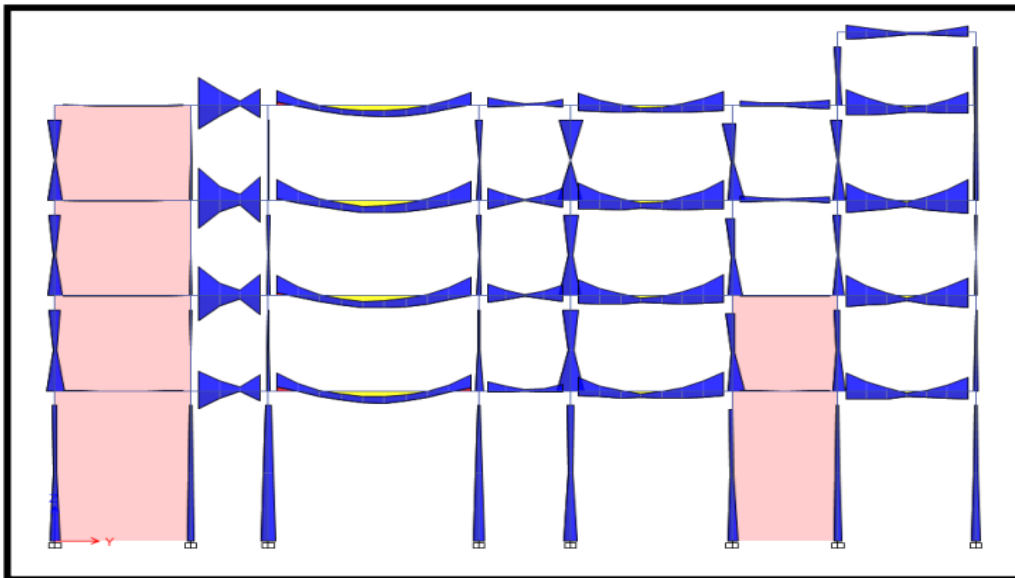


Figura 9. Envolvente de cortantes

Fuente: Elaboración propia

4.5. Representación de solicitaciones sísmicas

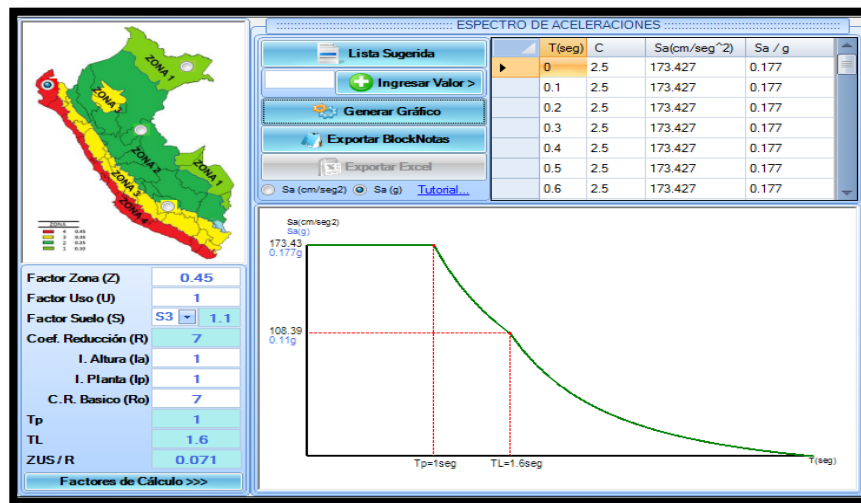


Figura 10. Espectro inelástico de pseudo aceleraciones-Sistema Dual

Fuente: Elaboración propia

4.6. Control de desplazamiento lateral

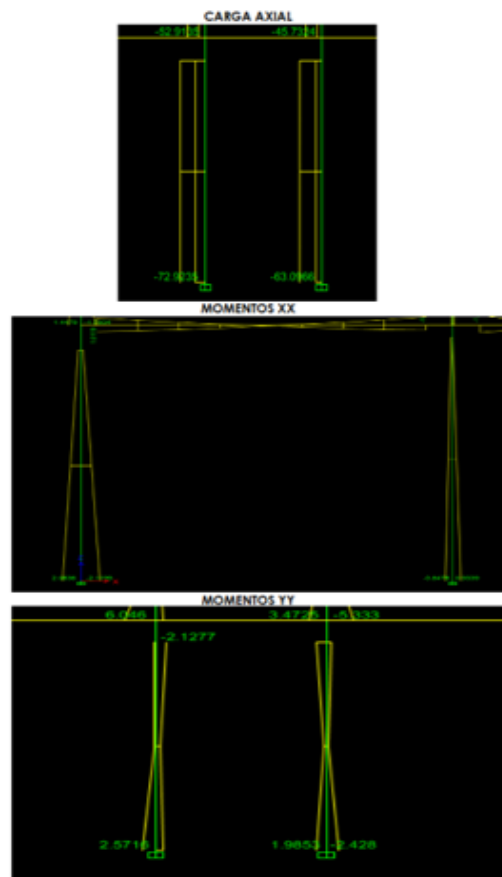


Figura 11. Diagramas de momentos y cargas axiales

Fuente: Elaboración propia

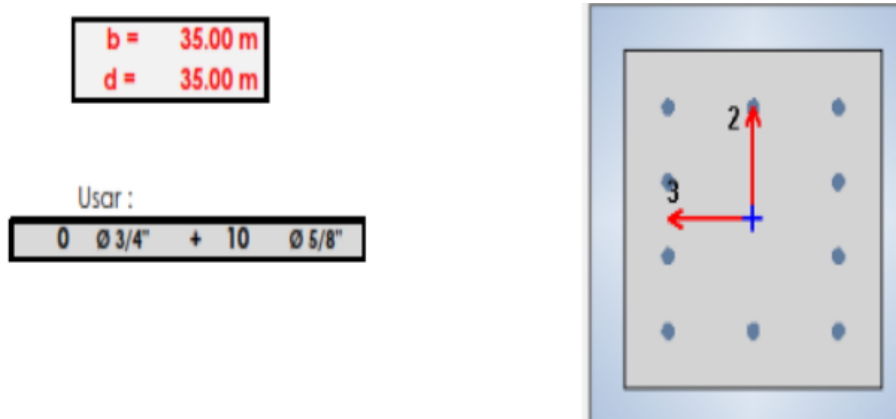
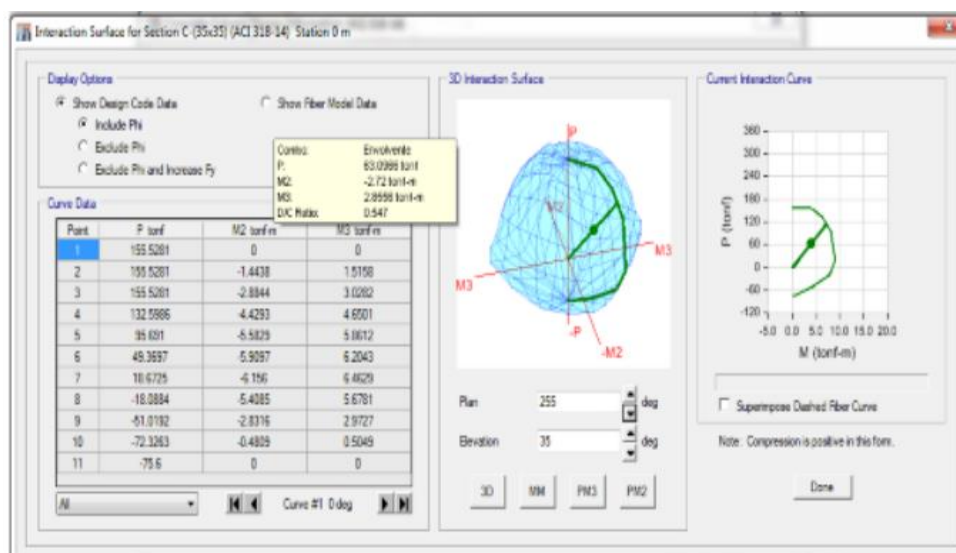


Figura 12. Sección de acero en columna

Fuente: Elaboración propia



La sección de columna y acero estimado es el correcto.

USAR ESTRIBOS: ϕ 3/8" 1 @ 0.05 , 5 @ 0.10 , Rsto 0.20 Cada Lado

Figura 13. Diagrama de interacción

Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis sísmico

El análisis sísmico de acuerdo a lo expresado por Aguiar y otros (2016) se realiza para evaluar la seguridad estructural de una edificación ante eventos sísmicos. Este se basa en la aplicación de cargas sísmicas a la estructura, que se calculan a partir de las características del terreno y de la edificación (15). Su método implica la

modelación matemática de la estructura, utilizando herramientas tecnológicas y software especializado. Igualmente, entre sus características se encuentran: su posibilidad de identificar la respuesta de la estructura ante diferentes tipos de cargas sísmicas, como las cargas horizontales y verticales; y la caracterización de la capacidad de la estructura para soportar cargas sísmicas, y así identificar las áreas de la edificación que necesitan refuerzo estructural (16).

Se realizó según las directrices del R.N.E. de Diseño Sísmico Resistente E.030. Los modelos empleados consideraron tres coordenadas dinámicas por nivel, a saber: deformaciones por flexión, fuerza cortante y carga axial. Los apoyos se reconocen como empotramientos perfectos.

Se observó este análisis sísmico para generar lo espectro de respuesta según los parámetros establecidos en la norma, los cuales fueron aplicados para el diseño de la estructura.

Tabla 6. Análisis sísmico

Factor	Símbolo	Clasificación categoría tipo	Valor	Justificación
Zona	Z	4	0.4 g	Zona sísmica 4: Lambayaque
Uso	U	A	1.0	Viviendas
Suelo	S	S3	1.1	Limo arenoso de alta plasticidad-ML
		Tp(S)	1.0	

Fuente: Elaboración propia

Para calcular del factor de desarrollo sísmico se ha estimado como valor, aquel que define la armazón del espectro para este tipo de suelo: $T_p=0.90$ seg. Expresado en la formula:

$$C = 2.5x \left(\frac{T_p}{T} \right) C \leq 2.5$$

Donde T es el tiempo fundamental de la edificación.

La potencia cortante total en el asiento de las edificaciones en cada sentido se calcula a partir del enunciado:

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} g; g = 9.81 \frac{m}{s^2} y C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \leq 2.5$$

Siendo P el peso total de la edificación.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Generalidades

Este análisis evalúa cómo se comporta la estructura frente a cargas gravitatorias y sollicitaciones sísmicas. Su objetivo es identificar posibles irregularidades torsionales y asegurarse de que las desviaciones máximas cumplan con los estándares establecidos en la Norma E.030. Igualmente, se calcularán las fuerzas internas que actúan sobre los variados elementos que configuran el sistema resistente al sismo durante la fase de diseño. El procedimiento de estudio dinámico se llevó a cabo mediante el método de combinación espectral.

MODELO ESTRUCTURAL

El prototipo piloto que se utilizó previamente para analizar las cargas de gravedad se empleó para examinar cómo la estructura responde a las sollicitudes sísmicas. Las cualidades, así como las premisas del modelo se detallaron en el Capítulo 3. Además, es importante resaltar lo siguiente:

- Las columnas y las placas se consideraron empotradas en la plataforma.
- Cada piso se trató como un diafragma rígido con tres grados de libertad, dos de traslación horizontal (X-Y) y uno de rotación en el plano horizontal.
- Para cada nivel, se consideraron dos masas traslacionales y una rotacional.
- Las distribuciones de masa se calcularon mediante el software ETABS V15.2, teniendo en cuenta las cargas estudiadas y el peso propio de los componentes, considerando el 100% de carga muerta más el 25% de carga viva.

ANÁLISIS DE MODOS Y FRECUENCIAS

Los análisis de modos y frecuencias desempeñan un papel crucial en la ingeniería y la mecánica al proporcionar información valiosa sobre la respuesta dinámica de estructuras y sistemas. Esto permite tomar decisiones informadas en diseño, evaluación, mantenimiento y cumplimiento de normativas, lo que contribuye a la seguridad, eficiencia y rendimiento de una amplia gama de aplicaciones en la ingeniería y la industria (17). De este modo, la Combinación Cuadrática Completa (CQC) se ejecutó con el programa ETABS (V15.2.0)

RESULTADO DEL ANÁLISIS POR SUPERPOSICIÓN ESPECTRAL

Control de Desplazamiento Lateral

El control de desplazamiento lateral, en el contexto de la ingeniería estructural y sísmica, es un enfoque utilizado para diseñar edificios y otras estructuras con el objetivo de limitar o controlar los desplazamientos horizontales (laterales) que pueden ocurrir durante un evento sísmico, como un terremoto (18). Con la ayuda de diferentes paquetes informáticos, los cálculos de estos desplazamientos laterales que ofrece el software se basan en las demandas sísmicas mínimas. Por lo tanto, se debe multiplicar ese desplazamiento lateral elástico por un factor de $0.75R$ para conseguir los desplazamientos laterales inelásticos, que representan los movimientos previstos en respuesta a un movimiento sísmico que no sea mínimo (19).

Cálculo de distorsiones de la Edificación:

Alejamientos: SISMO X-X

Alejamientos en dirección eje x-x:

En apoyo:

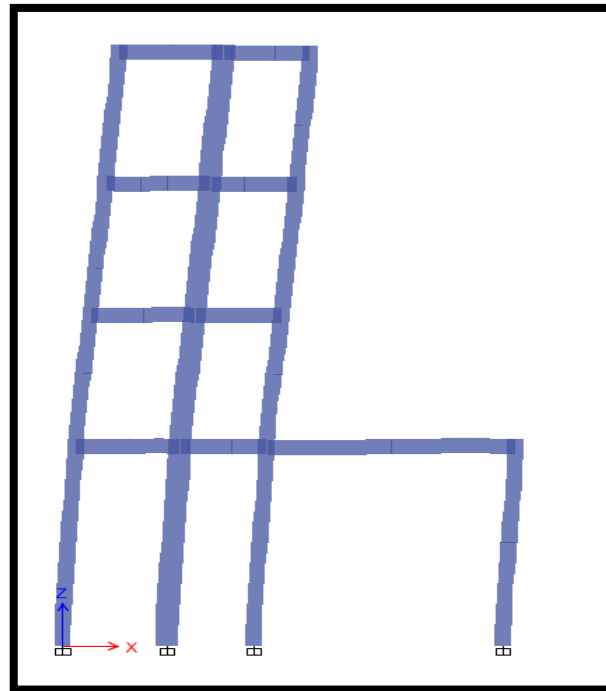


Figura 14. Cálculo de distorsiones de la edificación
Fuente: Elaboración propia

Alejamientos: SISMO Y-Y
Alejamientos en dirección eje Y-Y:

En apoyo:

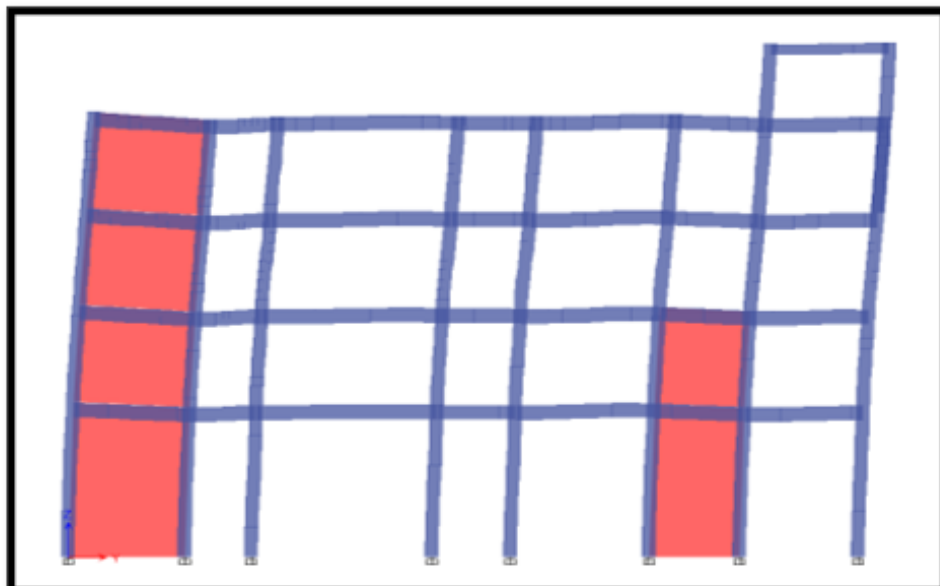


Figura 15. Cálculo de distorsión
Fuente: Elaboración propia

Tabla 7 .Cálculo de distorsión.

Story	Diaphragm	Load Case/Comb	UX	D*0.75R	H(m)	Drelativo	Deriva	Norma E0.30	
			m						
Story5	D5	Sismo X-X	0.012212	0.04808475	2	-0.017651813	- 0.008825906	0.007	C
Story4	D4	Sismo X-X	0.007729	0.030432938	2.6	0.006638625	0.002553317	0.007	C
Story3	D3	Sismo X-X	0.006043	0.023794313	2.6	0.008020688	0.00308488	0.007	C
Story2	D2	Sismo X-X	0.004006	0.015773625	2.6	0.0077918313	0.003045505	0.007	C
Story1	D1	Sismo X-X	0.001995	0.007855313	4.1	0.007855313	0.00191593	0.007	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 .Cálculo de distorsión.

Story	Diaphragm	Load Case/Comb	UX	D*0.75R	H(m)	Drelativo	Deriva	Norma E0.30	
			m						
Story5	D5	Sismo Y-Y	0.01574	0.06197625	2	0.00918225	0.004591125	0.007	C
Story4	D4	Sismo Y-Y	0.013408	0.052794	2.6	0.013316625	0.005121779	0.007	C
Story3	D3	Sismo Y-Y	0.010026	0.039477375	2.6	0.014186813	0.005456466	0.007	C
Story2	D2	Sismo Y-Y	0.006423	0.025290563	2.6	0.0133875	0.005149038	0.007	C
Story1	D1	Sismo Y-Y	0.0030023	0.011903063	4.1	0.011903063	0.002903186	0.007	C

Fuente: Elaboración propia

4.8. Combinaciones de cargas

Las combinaciones de elementos para la cimentación, en sus componentes de concreto armado y albañilería confinada, atienden a lo establecido en el R.N.E norma E.050 E.060 y E.070

-SERVI: CM+CV

-PG: CM+0.25CV

-COMB1: 1.4CM+1.7CV

-COMB2: 1.25(CM+CV) +SDINX

-COMB3: 1.25(CM+CV) +SDINX

COMB4: 1.25(CM+CV) +SDINX

COMB5: 1.25(CM+CV) +SDINX

COMB6: 0.9CM+SDINX

COMB7: 0.9CM+SDINX

COMB8: 0.9CM+SDINX

COMB9: 0.9CM+SDINX

ENVOL: ENVOLVENTE DE (COMB1, COMB2 ..., COMB8, COMB9)

ESTRUCTURAS PROYECTADAS

Los niveles de proyecto incluyen los niveles:

- Primer Nivel
Vivienda
- Segundo Nivel
Vivienda
- Tercer Nivel
Vivienda
- Cuarto Nivel
Vivienda
- Quinto Nivel
Azotea, Lavanderías y Techo

El sistema estructural planteado consiste en:

- En la dirección X-X: Sistema Dual
- En la dirección Y-Y: Sistema Dual

Se tiene secciones de columna cuadradas de 35x35cm, las vigas en la dirección X-X son VP-101 (25x40cm), VP-102(25x50cm), VCh (35X20cm), V-103(25x30cm); y las vigas en la dirección Y-Y son VS-101(25x40), VS-102(25x30cm); estas vigas son identificadas con su respectiva numeración de acuerdo al nivel en el que se desarrollan. La losa aligerada (20) empleada tiene un espesor de 20cm con una distribución de acero de $\frac{1}{2}$ "y está confirmada por viga de borde VB (15x20cm).

La cimentación empleada son vigas de forma de L y T invertida con un nervio de 35x70cm, y una base 150cm y 50 de paral de losa, también en T se usarán otras vigas 35x70cm, y una base de 70cm y 50cm de peralte de losa. Todas las zapatas tienen solado de 20cm de espesor que servirá como un aislante con terreno natural.

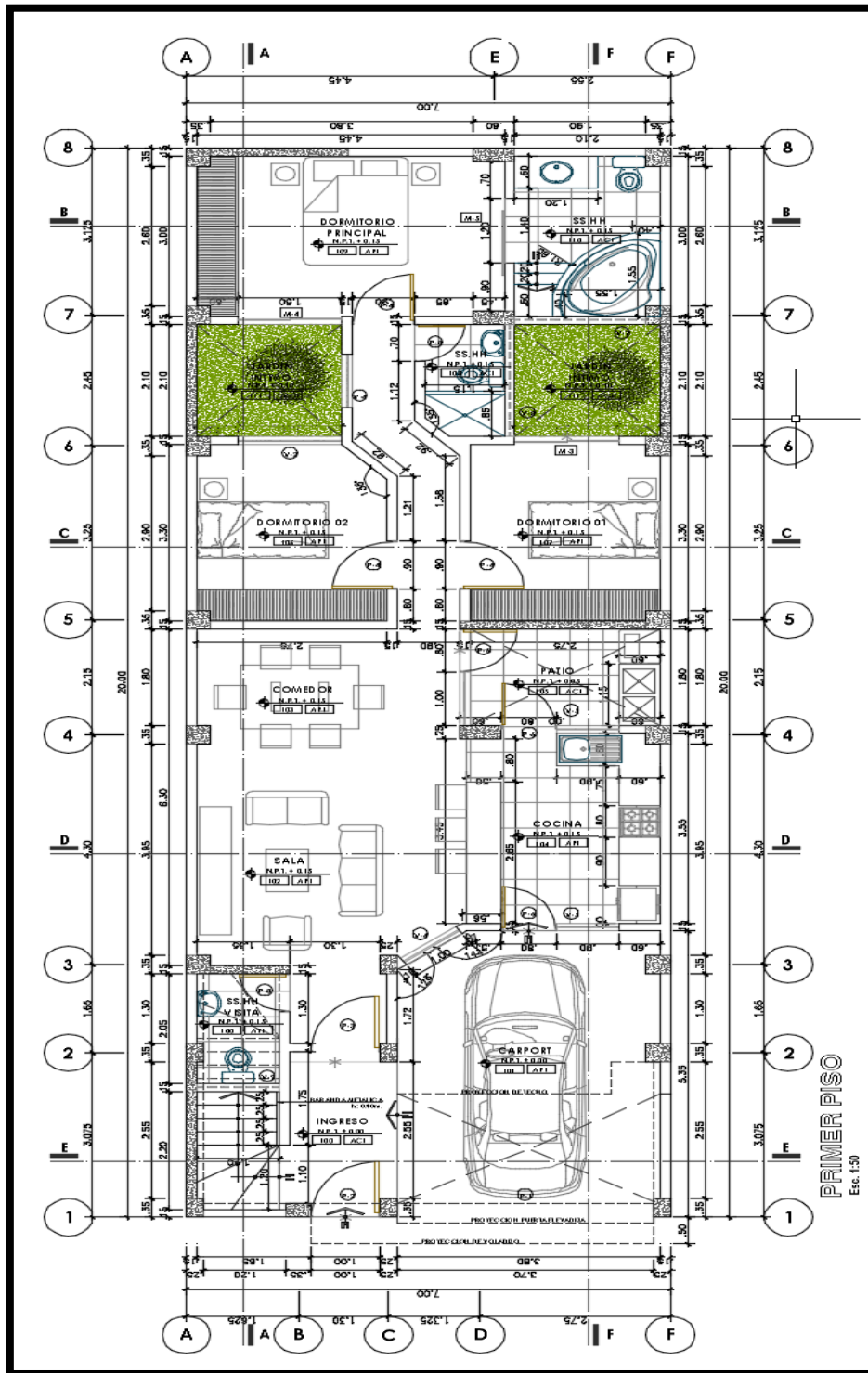


Figura 16. Plano de planta general original de nivel 1

Fuente: Elaboración propia

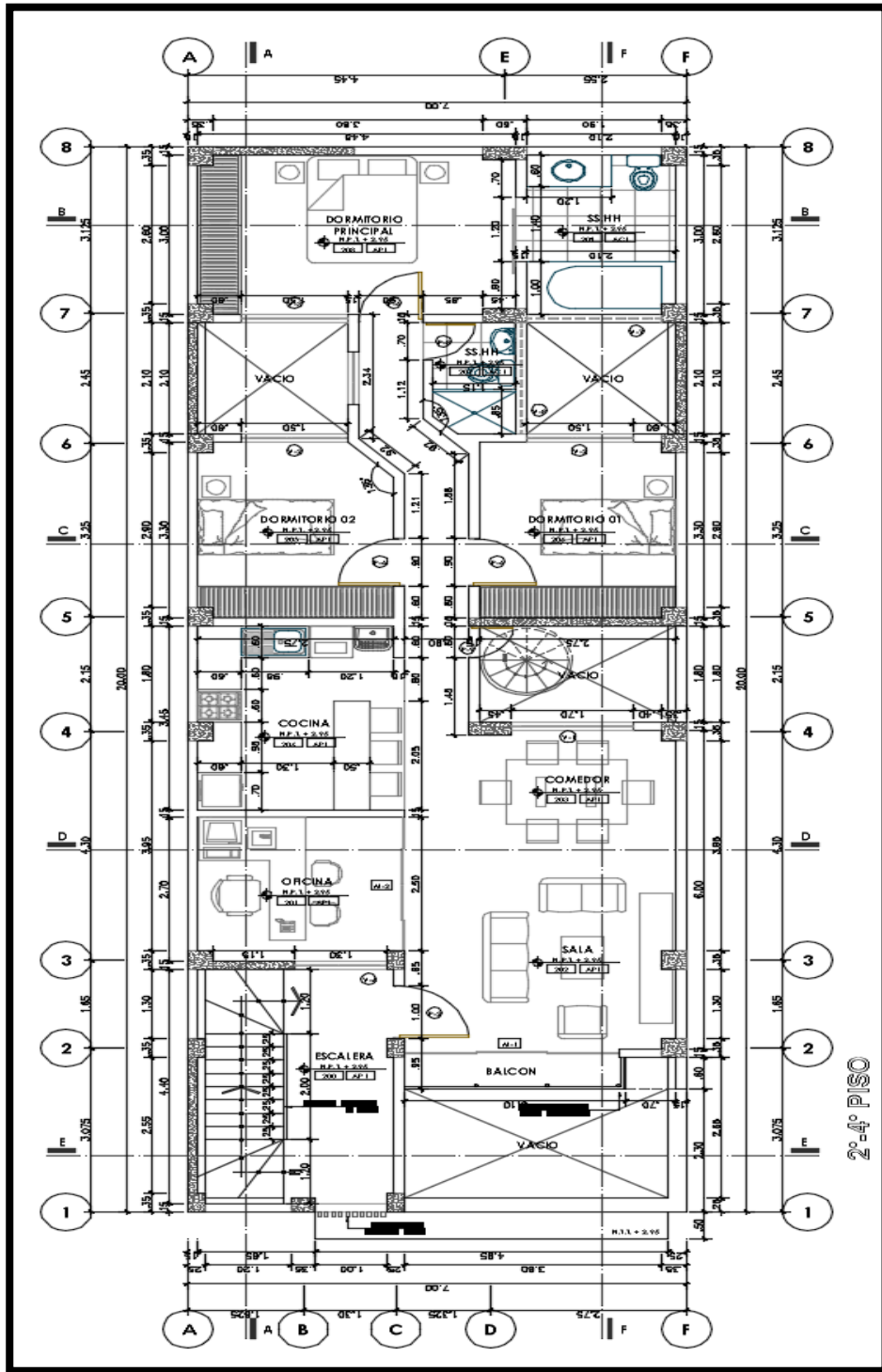


Figura 17. Plano de planta general del nivel 2-4

Fuente: Elaboración propia

4.9. Pre dimensionamiento por cargas de SISMO

Para que una estructura funcione correctamente, debe construirse de manera tal simple, simétrica, hiperestática y lograr dotarle de la rigidez, y debe tener resistencia y ductilidad adecuada (21).

Se trata de una construcción de concreto armado, de un solo bloque, conformado por columnas, vigas y losas aligeradas. El sistema Sismo resistente consta de pórticos placas de concreto armado (22).

4.9.1. Estructura de la edificación

La estructura de una edificación es el conjunto de elementos resistentes que tienen la función de soportar cargas y transmitir las al suelo. Estos elementos están unidos, ensamblados o conectados entre sí y se hacen con el objetivo de distribuir el peso entre los distintos puntos de apoyo para que la edificación sea estática y sólida (23). En el caso de la construcción evaluada, esta se compone de cuatro niveles dispuestos en una distribución específica.

Para llevar a cabo la configuración de la estructura, se eligió utilizar el sistema Dual en las direcciones X-X e Y-Y, empleando tanto un sistema de pórticos como placas de concreto armado cuando corresponde. El sistema dual es un tipo de configuración estructural utilizado en la construcción de edificios que combina la resistencia de marcos de concreto reforzado o acero para soportar las cargas de gravedad y un muro de cortante que se encarga de resistir la mayor parte de las fuerzas cortantes producidas por una actividad sísmica. Este sistema es esencialmente un sistema estructural en el que se combinan dos sistemas resistentes, uno de pórticos y otro de muros, para generar una estructura con una resistencia y rigidez lateral sustancialmente mayor que la del sistema de pórticos, lo que lo hace muy eficiente (24).

Se ha calculado un diafragma rígido (25) a la altura del entrepiso y un diafragma semirrígido a nivel del techo para evaluar los desplazamientos. El diseño y los detalles se llevaron a cabo en concordancia con el proyecto arquitectónico.

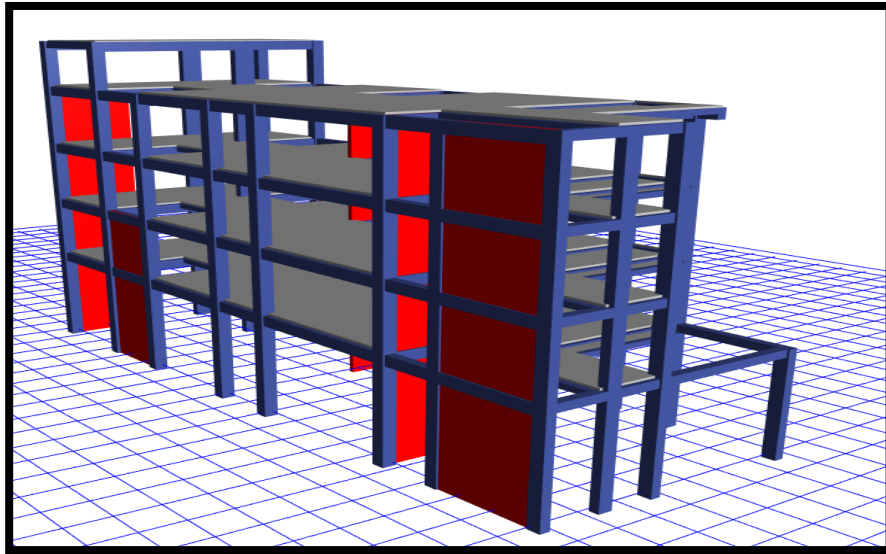


Figura 18. Modelo de estructura vista 1

Fuente: elaboración propia

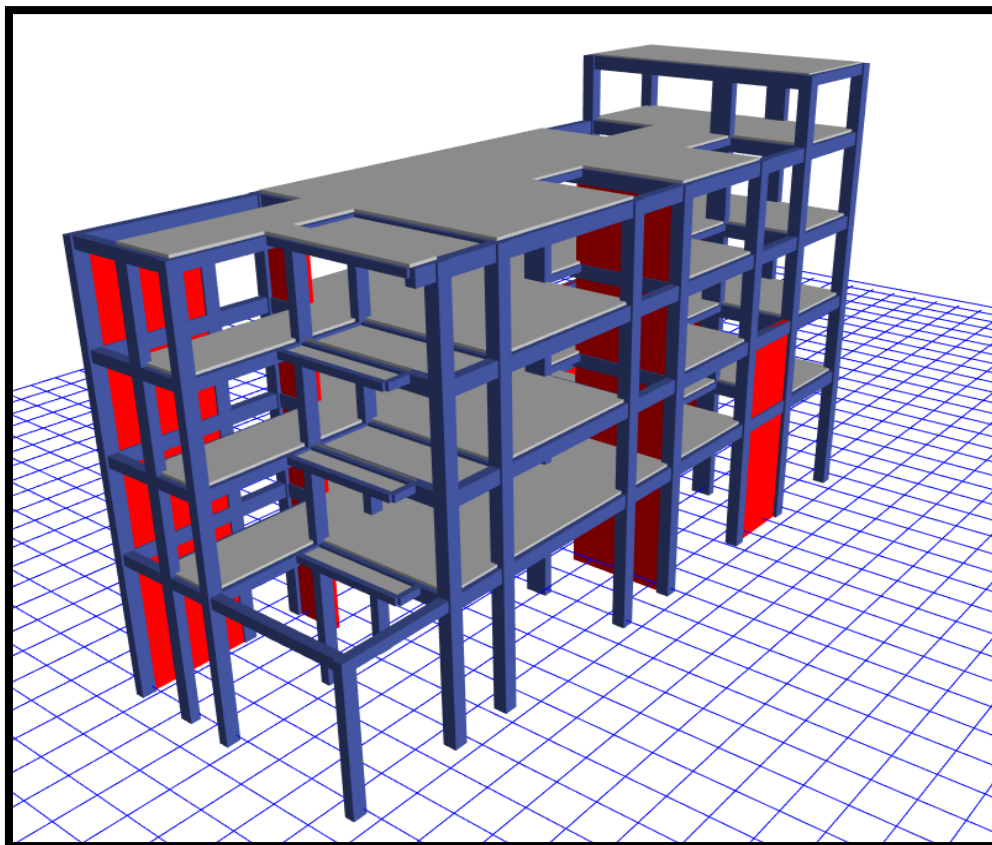


Figura 19. Modelo de estructura vista 2

Fuente: elaboración propia

Cargas por gravedad

Las cargas por gravedad son aquellas que actúan sobre una estructura debido a la atracción de la gravedad terrestre. Estas cargas se dividen en dos tipos: cargas muertas y cargas vivas (26). Se ha tomado en cuenta lo establecido en la Norma E-020 Cargas, del Reglamento Nacional de Edificaciones. Con respecto a los pesos por unidad para las materias primas del proyecto son:

- Peso Unitario del Concreto 2400 Kg/m³
- Peso Unitario del Acero 7850 Kg/m²
- Peso Unitario de la Albañilería 1800 Kg/m³
- Peso del Suelo relleno o natural 1800 kg/m³

Cargas por gravedad niveles II, III y IV:

Cargas Muertas:

- Carga distribuida por piso terminado 100 kg/m²
- Carga distribuida por tabiquería 100 Kg/m²
- Carga distribuida por acabado de techo 100 kg/m²

Carga Viva o Sobrecarga:

- Carga Viva Viviendas 200 kg/m²
- Carga Viva Corredor 200 Kg/m²

Cargas Muertas:

Azotea

- Carga distribuida por acabado de techo 100 Kg/m²

Carga Viva o Sobrecarga:

Azotea

- Carga distribuida por acabado de techo 100 Kg/m²

CARGAS SÍSMICAS

Las cargas sísmicas son las fuerzas que actúan sobre una estructura durante un terremoto. Estas cargas pueden ser horizontales o verticales y son causadas por las ondas sísmicas que se propagan a través del suelo. Se calculan utilizando métodos de análisis dinámico y se consideran en el diseño de estructuras para garantizar que sean capaces de soportar las fuerzas sísmicas esperadas. Las cargas sísmicas se combinan con otras cargas, como las cargas muertas y vivas, para determinar las cargas totales que actúan sobre una estructura (27). La Norma E-030 "Diseño Sismo resistente", dice en su Anexo N°01, que la zona sísmica en la que se ubican los departamentos y provincias del Perú. De este modo, el departamento de Lambayeque se ubica en la Zona Sísmica 4. Es decir que toda construcción que se realice en esta localidad se caracteriza por la aceleración en suelos flexibles corresponde a $T_p(S)=1$ g. y $S=1.1$. Como es el caso de la provincia de Chiclayo.

V. DISCUSIÓN

Con la base en los datos recolectados del campo y a las pruebas realizadas en el laboratorio, se evidenciaron los siguientes resultados. La investigación es de suma relevancia en el contexto de la ingeniería civil y la seguridad de las edificaciones en zonas sísmicas. Este estudio aborda la evaluación y el refuerzo de un edificio específico, es el caso del Edificio San Rafael en Chiclayo, Lambayeque. Con el objetivo de definir el riesgo estructural de la edificación, y así determinar el tipo de suelo, estado actual, estabilidad de los tabiques del edificio. De tal manera, que se pueda mejorar su capacidad de resistencia a los sismos y, por lo tanto, aumentar la seguridad de sus ocupantes.

Por su ubicación geográfica Chiclayo, está en una zona sísmica activa, resalta la importancia de evaluar y mejorar la resistencia sísmica de las edificaciones en esta región. Los sismos pueden causar daños significativos a las estructuras, lo que a su vez puede resultar en pérdida de vidas humanas y daños materiales. El Edificio San Rafael, al ser objeto de esta investigación, representa un caso de estudio relevante, ya que su evaluación y refuerzo pueden servir como ejemplo para la mejora de la seguridad de otros edificios en la misma área y en zonas similares en todo el mundo.

En tal sentido, los resultados del estudio demostraron que la estructura es vulnerable a eventos sísmicos, por lo que se deben fortalecer las columnas sección de 0.35×0.35 , en la parte central del inmueble, dado que en este solo posee vigas peraltadas. Al respecto, se pudo apreciar elementos coincidentes con el trabajo de Faringo y otros (2022), ya que el diagnóstico evidenció debilidades en el edificio del Departamento de Formación Básica de la Escuela Politécnica Nacional en Quito, Ecuador se destaca la rehabilitación de las estructuras, por lo que propusieron reforzarlo con paneles de relleno, con resultados significativos en términos de seguridad.

Por su parte el nivel freático fue otro de factor que incide en fragilidad de las estructuras dado que puede afectar la estabilidad de estas, especialmente en suelos con baja capacidad de soporte, ya que el agua puede debilitar el suelo y provocar asentamientos diferenciales. Además, provoca la erosión de los cimientos de las estructuras, lo que puede afectar su estabilidad y resistencia.

De este modo en zonas con alta fluctuación del nivel freático, las estructuras pueden sufrir daños por la expansión y contracción del suelo, lo que puede provocar fisuras y grietas en las estructuras. Por lo que afecta la capacidad de carga admisible del suelo, por lo que limita la altura y el peso de las estructuras que se pueden construir en un determinado lugar, como es el caso del estudio. Estudio de Villanueva (2018) resultados revelaron que la flexibilidad del suelo aumenta significativamente los asentamientos totales, los desplazamientos laterales entre pisos y los periodos de vibración en comparación con un suelo rígido indeformable.

Una parte crucial de esta investigación es la metodología empleada. La combinación de análisis estáticos y dinámicos, como el análisis lineal estático, análisis dinámico espectral y análisis estático no lineal, de acuerdo con las normativas locales y estándares internacionales, garantiza una evaluación completa de la estructura del Edificio San Rafael. Además, la consideración de la influencia de la mampostería en el comportamiento estructural añade un elemento de realismo y relevancia práctica a la metodología utilizada.

Se clasificaron por muestras en la totalidad de los casos en el sistema unificado de clasificación suelos – SUCS (ASTM D 2487), de acuerdo a las especificaciones que establece esta clasificación y fue comparada con la caracterización visual manual (ASTM D 2487). Se obtuvo así un perfil particular de trabajo en campo, que permitió hacer compatibles las diferencias con el propósito de lograr el perfil estratigráfico concluyente, el cual representa la base empírica de esta investigación. La clasificación de suelos es un proceso importante en la ingeniería civil, ya que permite conocer las características de los suelos y su comportamiento ante diferentes cargas y condiciones

Ello de acuerdo a la norma ASTM D 2487 establece un sistema de clasificación de suelos basado en determinaciones de granulometría, plasticidad y densidad. Mientras el sistema SUCS permite identificar diferentes tipos de suelos, como suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos orgánicos, estos parámetros normativos fueron claves para el fortalecimiento del diseño estructural de la edificación, ya que conocer las características del suelo sobre el que se construyó es clave en la capacidad de carga admisible. En consecuencia, la

caracterización visual manual fue la técnica utilizada para complementar la clasificación de suelos mediante el sistema SUCS, ya que permitió identificar características adicionales del suelo que no se pueden determinar mediante ensayos de laboratorio

La investigación sobre la evaluación sísmica estructural y el refuerzo del Edificio San Rafael en Chiclayo, Lambayeque, es un paso significativo hacia la mejora de la seguridad de las edificaciones en zonas sísmicas. Los resultados de esta investigación proporcionan información valiosa para ingenieros, diseñadores y autoridades encargadas de la normativa de construcción. Además, resalta la importancia de la resiliencia sísmica en la planificación urbana y la construcción de edificios en regiones propensas a sismos.

Considerando lo mencionado previamente, el edificio evaluado podrá soportar la nueva actividad sísmica, aunque es importante destacar que podría sufrir daños significativos en su estructura. Para garantizar que este tipo de construcciones siga siendo funcional después de un terremoto, es esencial fortalecer su resistencia mediante la incorporación de muros de concreto o refuerzos diagonales en la dirección perpendicular al sentido largo del edificio. Además, se debe realizar una nueva evaluación del comportamiento general de la estructura.

En este sentido, el trabajo de Loor y Mosquera (2016) quienes examinaron el rendimiento de una estructura preexistente. No obstante, establecieron que es factible aplicar el enfoque del espectro de capacidad en el diseño de una estructura, siguiendo un procedimiento inverso conocido como diseño directo basado en desplazamientos. En este proceso, se parte de un desplazamiento objetivo (el máximo permitido) y se emplean los fundamentos del método para determinar las características de la estructura necesarias para resistir la demanda sísmica del diseño. Por ejemplo, en el caso del edificio analizado, se comienza con un valor objetivo de desplazamiento y se utilizan los principios del enfoque para calcular las propiedades estructurales requeridas para soportar la carga sísmica prevista.

Otro de los resultados indica que, después de analizar la capacidad global de la estructura en cada dirección, se observó que la distorsión de piso es similar en ambas direcciones (1.40% en x-x y 1.50% en y-y) a la de los refuerzos individuales. Esto indica que el diseño adoptado permite controlar adecuadamente

los efectos torsionales. En otras palabras, la estructura está concebida de tal manera que pueda resistir las fuerzas laterales producidas por una actividad sísmica y que la distorsión de piso es uniforme en ambas direcciones, lo que indica que la estructura es estable y segura. Ello también lo establecieron Becerra y Sánchez (2021) quienes utilizaron el mismo software, ETABS V19 para crear un modelo del edificio y obtener los puntos de evaluación de acuerdo con el enfoque de coeficientes de desplazamiento definido en la norma ASCE 41-17. Además, calculamos los desplazamientos entre pisos para cada modo de vibración. Los resultados del estudio indicaron que la exclusión del efecto de torsión podría resultar en una subestimación considerable de las deformaciones, que oscilan desde un 8.46% hasta un 49.64% en los primeros 19 pisos y alcanzan hasta un 90.11% en la parte superior del edificio.

Al evaluar la carga que actúa sobre la estructura en ambas direcciones, se evidencia que el sistema recomendado exhibe un rendimiento estructural destacado. A partir de ello se puede anticipar que durante un terremoto de diseño, la estructura mostrará un comportamiento que se considera operativo, y, además, podría incluso comportarse de manera segura en caso de un terremoto con un período de recurrencia superior al del diseño.

VI. CONCLUSIONES

A manera de conclusiones se debe indicar que el edificio multifamiliar seleccionado para el desarrollo de esta investigación se localiza en una extensión de suelo en el que se encuentran mezclados arcilla inorgánica de baja plasticidad con arenas (CL). Ello origina que la calidad del concreto sea aceptable en los dos primeros niveles mientras que en los superiores 3, 4 y 5 son de baja calidad por lo cual no aportan la superficie resistencia a la construcción.

El índice de fragilidad hizo posible la evaluación del edificio multifamiliar San Rafael de manera rápida y/o reducida, en el cual pudimos ver que el grado de vulnerabilidad de los niveles 1 y 2 son de debilidad baja mientras que los niveles 3,4,5 vemos que tienen un grado de debilidad alta.

La evaluación que se realizó sirvió para verificar que se aprecian alteraciones (derivadas) entre niveles tanto en el análisis estático, como en el dinámico, así se comprobó que se encontraba edificado fuera de los estándares permitidos, es por ello que se tomó la decisión de realizar un reforzamiento estructural con el fin de que la edificación no cause daños en un posible sismo de consideración.

Se recomienda el reforzamiento estructural de los distintos niveles del edificio multifamiliar San Rafael, con columnas cuadradas de una sección 0.35 X 0.35 en los ejes 4,5,6 D para así darles una rigidez en las direcciones más vulnerables de la edificación y así dar mayor desplazamiento entre los distintos niveles de la edificación.

Los resultados de esta investigación son de gran interés tanto para la comunidad académica como para los profesionales de la ingeniería civil y la construcción. El hallazgo principal de que las demandas sísmicas en el Edificio San Rafael superan en gran medida las especificaciones normativas existentes destaca la necesidad urgente de tomar medidas para mejorar su resistencia sísmica. La conclusión de que el refuerzo estructural con paneles de relleno (enchape) ha mejorado significativamente el desempeño sísmico y ha aumentado la capacidad de carga lateral máxima es un resultado alentador y práctico que puede aplicarse a otras estructuras similares.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear el método de pre dimensionamiento de las columnas tomando en cuenta el desplazamiento relativo, tal como está establecido en las regulaciones nacionales (Norma E.030).

Se recomienda aligerar los pesos en los pisos superiores para así aliviar las cargas vivas y así podremos evitar daños materiales y personales ante un eventual sismo severo.

Se recomienda al propietario colocar una columna de 0.35 X 0.35 en los ejes 4,5,6 D.

Con los resultados obtenidos se le hace de conocimiento al propietario que el edificio es vulnerable por lo tanto el edificio necesita un reforzamiento estructural. Incluir la planificación municipal para informar a los residentes en viviendas de exposición alta y media de los riesgos a los que se enfrentan debido a la alta vulnerabilidad.

Se sugiere realizar una investigación para comparar los precios de las viviendas estructurales y de refuerzo con los de la reconstrucción de viviendas afectadas s por sismos en la localidad.

Este estudio tiene importantes implicaciones prácticas en términos de seguridad estructural y resiliencia sísmica en áreas propensas a sismos.

Se recomienda revisar y actualizar las normativas de construcción para garantizar que las estructuras sean capaces de resistir eventos sísmicos extremos. Futuras investigaciones podrían centrarse en la aplicación de estas técnicas de refuerzo en otros edificios y en la evaluación de su efectividad a largo plazo.

REFERENCIAS

López Arcana, Gabriel. Análisis comparativo del comportamiento estructural entre sistemas de concreto armado y estructuras compuestas para una vivienda en Juliaca - Puno, 2022. (*Tesis de grado, Universidad César Vallejo*). 2023.

Becerra, Gerson y Sánchez, José. Evaluación del Desempeño Estructural de una Edificación de Concreto Armado de 20 Pisos Utilizando un Análisis Estático no Lineal Multimodal. (*Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma*). 2021.

Neyra, Cristhian y Romero, George. Influencia de la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico en edificaciones aporticadas sobre zapatas aisladas debido al cambio de geometría y condiciones geotécnicas. (*Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*). 2019.

Villanueva Olivas, H. Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en Ventanilla, 2018. (*Tesis de grado, Universidad César Vallejo*). 2018.

Evaluación sísmica y rehabilitación de una edificación universitaria construida hace más de 40 años. Faringo, Lizbeth, y otros. 1, 2022, Ciencia, Ingeniería y Aplicaciones , Vol. 5, págs. 7-37.

Loor Carnizares, D y Mosquera Enriquez, H. *APLICACIÓN DEL CAPÍTULO DE RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS NEC-SE-RE, PARA UNA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE LAS ESTRUCTURAS DE LA ZONA 2 DE PELIGRO ANTE UNA POSIBLE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI Y SISMOS*. Quito : s.n., 2016.

Cifuentes Orrego, A y Fuentes Jerez, J. *evaluacion de la vulnerabilidad sismica actual del albergue temporal en bucamanga aplicando algoritmo de clasificacion supervisada*. bucamanga : s.n., 2018.

UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LA PRÁCTICA DE DISEÑO POR SISMO DE ESTRUCTURAS EN MÉXICO. Rodriguez, M. Mexico : Revista de Ingeniería Sísmica , 2016.

Huapaya huertas, R. *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal* . LIMA : s.n., 2017.

Noel Vargas, J. *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL METODO ITALIANO PARA DETERMINAR EL RIESGO SISMICO EN LAS VIVIENDAS DE ADOBE DE LA QUINTA LOS VIRREYES DEL RICMA*. LIMA : s.n., 2019.

Universidad César Vallejo. Resolución de Consejo Universitario N- 0470-2022/UCV. Código de ética en Investigación de la Universidad César Vallejo. *Resolución*. 2020.

Saneamiento, Ministerio de Vivienda Construcción y. Decreto Supremo N°003-2016-Vivienda. 2016.

Muñoz, Alejandro. Comentario a la norma peruana E.030 Diseño sismoresistente. Lima : s.n., 2020.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Norma Técnica E.030 Diseño sismoresistente. Lima : s.n., 2018.

López, Oscar. *Guía para la evaluación de edificaciones con fines de adecuación sísmica*. s.l. : Banco de Desarrollo de América Latina , 2014.

Método simplificado para el análisis sísmico de estructuras con aisladores FPS de tercera generación. Aguiar, R., y otros. 1-2, 2017, Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, Vol. 33.

Moreno, Raúl, y otros. Herramientas necesarias para la evaluación. *Monografías de Ingeniería Sísmica*. s.l. : Editorial Barbat, 2007.

Zepeda, Brayan y Aguilar, Dennis. Pre-dimensionamiento de columnas según límites de desplazamientos laterales relativos del código hondureño de la construcción. . (*Tesis de grado, Universidad Tecnológica Centroamericana*) . 2018.

Olano, Segundo. DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASUMIENDO COMPONENTES NO ESTRUCTURALES. (*Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén*). 2019.

Ochoa, Jeysi. Diseño estructural de un edificio de 8 pisos y un sótano en Huancayo. (*Tesis de grado, Universidad Continental*). 2017.

Acosta, Alonso. Diseño estructural de edificio multifamiliar de 11 pisos y 2 sótanos de concreto armado en el distrito de Arequipa. (*Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María*). 2016.

Olaiz, Sara. ARQUITECTURA SISMO-RESISTENTE:. (*Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya*). 2021.

Moscardó, Enrique, y otros. Tema 1: Introducción a las estructuras de edificación . s.l. : Universidad de Sevilla, 2016.

Confiabilidad estructural de edificios de concreto reforzado. Velarde, Fernando, Bojorquez, Juan y Bojorquez, Edén. 107, 2022, Ingeniería Sísmica.

Tenorio, Cyntia, Palomino, Alejandra y Meléndez, Natalia. Propuesta para la identificación de diafragmas rígidos y flexibles en estructuras de concreto armado. (*Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú*) . 2021.

Polo, Melquisedec. "Evaluación de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento. (*Tesis de grado, Universidad César Vallejo*). 2021.

Rochel, Roberto. *Análisis y diseño sísmico de edificios* . Medellín : Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2012.

USAID. *Evaluación sísmica simplificada de estructuras existentes pre-evento.* s.l. : Mlyamoto International, 2021.

SIKA. Concreto reforzamiento de estructuras de concreto. Técnicas y materiales. Colombia : s.n., 2017.

Evaluación postsísmica de edificaciones afectadas por terremotos. Pinto, Arnaldo y Torres, Rafael. 3, 2016, Ciencia e Ingeniería, Vol. 37, págs. 165-180.

google.com. *evaluacion sismica* . 2021.

ICG. *microzonificacion sismica.* lima : s.n., 2020.

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras de mampostería no reforzada. Aplicación a un edificio de la zona del Eixample en Barcelona (España. Bonett, Ricardo, y otros. BARCELONA ESPAÑA : s.n., 2003, Vol. 8.

Buitrago, Alejandro. *evaluacion de la vulnerabilidad estructural de los edificios indispensables del grupo III Y IV en el municipio de Viterbo caldas colombia.* Caldas : s.n., 2017.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. [En línea] 2003.

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de estructuras de mampostería no reforzada. Aplicación a un edificio de la zona del Eixample en Barcelona (España. Moreno, Rosangel, y otros. Barcelona : s.n., 2003, Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras, Vol. 8.

El terremoto y sus efectos en el medio ambiente: el patrimonio construido y su vulnerabilidad sísmica estructural. Roca-Fernández, Estrella, Vaz-Suárez, Coralina y Calderín-Mestre, Francisco. 1, 2013, Ciencia en su PC, págs. 66-80.

Sánchez, N. El modelo de gestión y su incidencia en la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado en la municipalidad de Tena. (*Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato*). Ambato, Ecuador : s.n., 2011.

Gómez, W y Loayza, A. "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE 1 CENTROS DE SALUD DEL DISTRITO DE AYACUCHO. (*Tesis de grado, Universidad Nacional de Huancavelica*). Huancavelica : s.n., 2014.

Martínez, Sandra. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana basada en tipologías constructivas y disposición urbana de la edificación. Aplicación en la ciudad de Lorca, región de Murcia. (*Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid*). MURCIA : s.n., 2014.

Jan Bazant, "Periferias urbanas. Procesos de expansión y consolidación urbana incontrolada de bajos ingresos y su impacto sobre el medio ambiente", Editorial Trillas

Franco Moncayo, Eduardo. " Notas sobre desarrollo urbano y vivienda". Cámara de la construcción Quito - Ecuador

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Evaluación sísmica estructural	La evaluación sísmica estructural es un proceso que tiene como objetivo determinar la seguridad estructural de edificios y otras estructuras ante eventos sísmicos (28).	Características del diseño Calidad de los materiales Técnica de construcción Seguridad estructural de la edificación	Nivel de daño sísmico	Índices de daño Medición del deterioro estructural Ensayos de laboratorio Monitoreo de comportamiento dinámico	Nominal

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Refuerzo estructural	El refuerzo estructural de edificaciones es un conjunto de actividades importantes para aumentar la resistencia y rigidez de una estructura ya construida, y así garantizar su seguridad estructural y minimizar los riesgos para la población (29).	Verificación de seguridad Verificación de resistencia (30)	Daños estructurales Tipos de edificaciones Materiales utilizados Cálculo estructural	Software ETABS	Nominal

Fuente: elaboración propia

Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

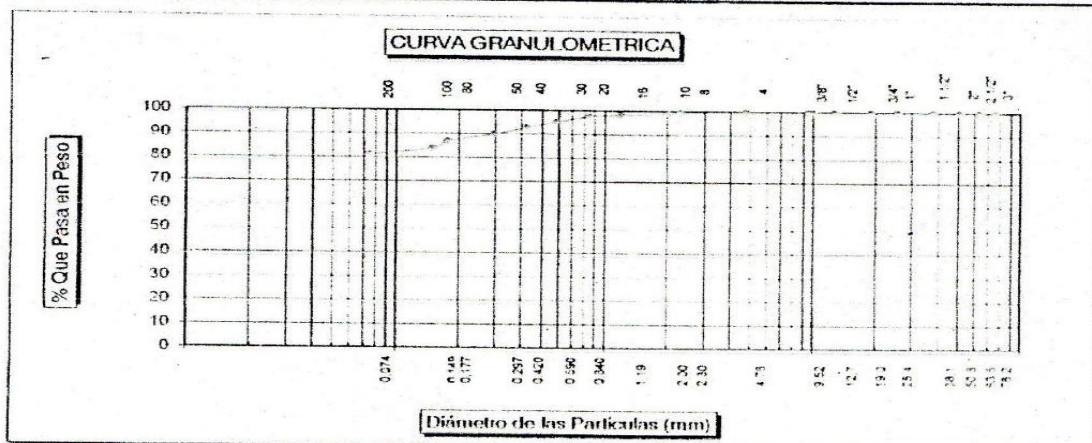
Análisis Granulométricos



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0187227

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
NORMA ASTM D - 422					
SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO					
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR					
LUGAR : CHICLAYO					
FECHA : JUNIO 2021					
CALICATA - C1 MUESTRA - M1					
Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		CL, arcillas inorgánicas con débil o mediana plasticidad.
1 1/2"	---	0.00	100.00		
1"	---	0.00	100.00	0	L.L. : 38.36 L.P. : 23.01 I.P. : 15.35 I.G. : 0.00
3/4"	---	0.00	100.00	0	
1/2"	---	0.00	100.00	0	0
3/8"	---	0.00	100.00		
1/4"	---	0.00	100.00		OBSERVACIONES
N° 04	---	0.00	100.00		
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	1.99	1.00	99.01		
N° 16	---	0.00	99.01		
N° 20	2.58	1.29	97.72		
N° 30	---	0.00	97.72		
N° 40	9.83	4.92	92.80		
N° 50	5.44	2.72	90.08		
N° 80	---	0.00	90.08		
N° 100	12.32	6.16	83.92		
N° 200	5.78	2.89	81.03		
< N° 200	162.06	81.03	0.00		
Peso Inc.	200.00				PROFUNDIDAD: 0.30 a 1.90 m ESPESOR DE ESTRATO: 1.60 m.



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&L

Guillermo S. Vázquez Miranda
Guillermo S. Vázquez Miranda
 INGENIERO CIVIL



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

LIMITES DE ATTERBERG

NORMA ASTM D - 4318

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

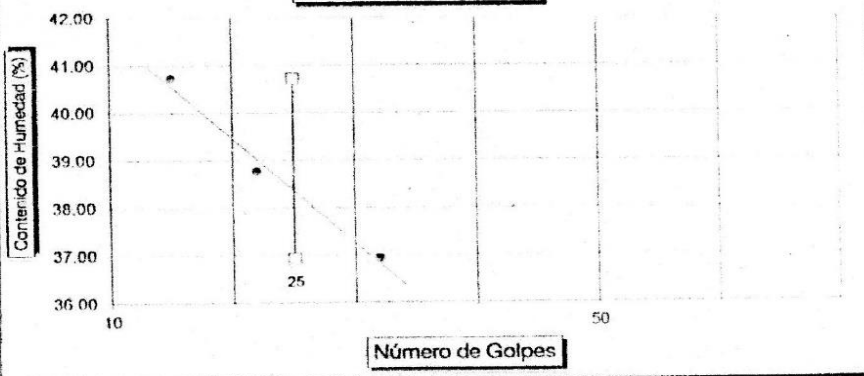
LIMITE LIQUIDO

	POZO N°1 MUESTRA N°1			POZO N° MUESTRA N°		
	PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.90 m			PROFUNDIDAD		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- N° de Golpes	32	22	15	---	---	---
- Recipiente N°	190	192	198	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	48.32	51.77	55.31	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	41.38	43.57	45.77	---	---	---
- Tara (g)	22.59	22.42	22.34	---	---	---
- Peso del Agua (g)	6.94	8.20	9.54	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	18.79	21.15	23.43	---	---	---
- Contenido de agua (%)	36.93	38.77	40.72	---	---	---

LIMITE PLASTICO

	POZO N°1 MUESTRA N°1			POZO N° MUESTRA N°		
	PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.90 m			PROFUNDIDAD		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- Recipiente N°	194	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	46.33	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	41.88	---	---	---	---	---
- Tara (g)	22.54	---	---	---	---	---
- Peso del Agua (g)	4.45	---	---	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	19.34	---	---	---	---	---
- Contenido de agua (%)	23.01	---	---	---	---	---

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



MUESTRA N°	
1	---
L.L.	38.36
L.P.	23.01
I.P.	15.35

CLASIFICACION SUCS	
CL	---

CLASIFICACION AASHTO	

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORRIGA BANCES
 JEFE LABORATORIO

Staquez Al
 Guiter



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO

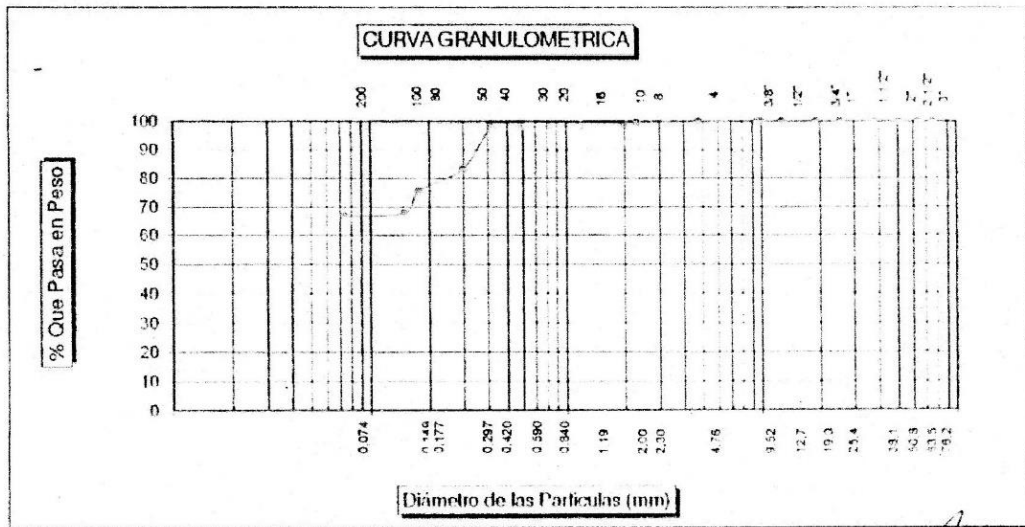
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR

LUGAR : CHICLAYO

FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C1 MUESTRA - M2

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	JAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA CL - ML, arcillas limosas de mediana plasticidad.
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		L.L. : 28.77
1 1/2"	---	0.00	100.00		L.P. : 22.56
1"	---	0.00	100.00	0	I.P. : 6.21
3/4"	---	0.00	100.00	0	I.G. : 0.00
1/2"	---	0.00	100.00	0	
3/8"	---	0.00	100.00		0
1/4"	---	0.00	100.00		
N° 04	---	0.00	100.00		OBSERVACIONES PROFUNDIDAD: 1.90 a 2.40 m. ESPESOR DE ESTRATO: 0.50 m.
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	1.73	0.87	99.14		
N° 16	---	0.00	99.14		
N° 20	1.36	0.68	98.46		
N° 30	---	0.00	98.46		
N° 40	0.77	0.39	98.07		
N° 50	29.55	14.78	83.30		
N° 80	---	0.00	83.30		
N° 100	30.82	15.41	67.89		
N° 200	2.22	1.11	66.78		
< N° 200	133.55	66.78	0.00		
Peso Inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA BANCOS
 JEFE LABORATORIO

Stavros
 Guillermo S. Valverde Alameda
 INGENIERO CIVIL
 CIP 34354



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO

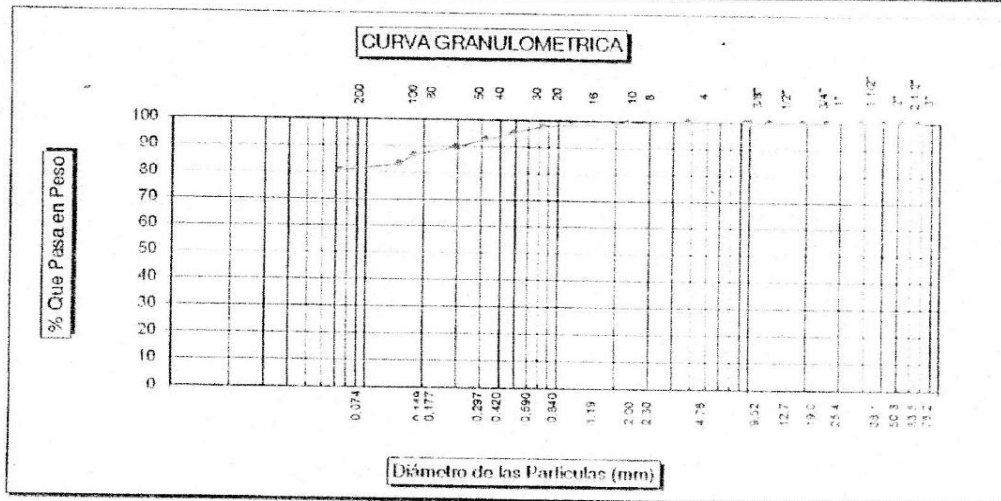
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR

LUGAR : CHICLAYO

FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C1 MUESTRA - M3

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA CL arcillas inorgánicas con débil o mediana plasticidad.
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		L.L. : 39.13 L.P. : 19.44
1 1/2"	---	0.00	100.00		I.P. : 19.69 I.G. : 0.00
1"	---	0.00	100.00	0	0
3/4"	---	0.00	100.00	0	
1/2"	---	0.00	100.00	0	
3/8"	---	0.00	100.00		
1/4"	---	0.00	100.00		
N° 04	---	0.00	100.00		
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	2.11	1.06	98.95		OBSERVACIONES PROFUNDIDAD: 2.40 a 3.00 m. ESPESOR DE ESTRATO: 0.60 m.
N° 16	---	0.00	98.95		
N° 20	2.54	1.27	97.68		
N° 30	---	0.00	97.68		
N° 40	9.87	4.94	92.74		
N° 50	5.66	2.83	89.91		
N° 80	---	0.00	89.91		
N° 100	12.74	6.37	83.54		
N° 200	5.68	2.84	80.70		
< N° 200	161.40	80.70	0.00		
Peso inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES

EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&L

Stasquillo



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

C-1

DATOS:

		Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
$\phi =$	9.83 °			
$C =$	0.409 Kg/cm ²			
$\gamma =$	1.396 gr/cm ³	Nc	8.27	7.00
$Df =$	1.80 m	Nq	2.43	1.80
$B =$	1.50 m	N _γ	1.19	0.64

FALLA GENERAL

$$q_d = C + N_c + \gamma \cdot Df + N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_d = 41.19 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 4.12 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 1.37 \text{ Kg/cm}^2$$

FALLA LOCAL

$$q_d = (2/3)C + N'_c + \gamma \cdot Df + N'_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N'_\gamma$$

$$q_d = 24.3 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.43 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

γ = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N_c, N_q, N_γ = Factores de carga.

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES

EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO

Guillermo S. Viquez Miranda
 INGENIERO CIVIL
 CIP 34354



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO

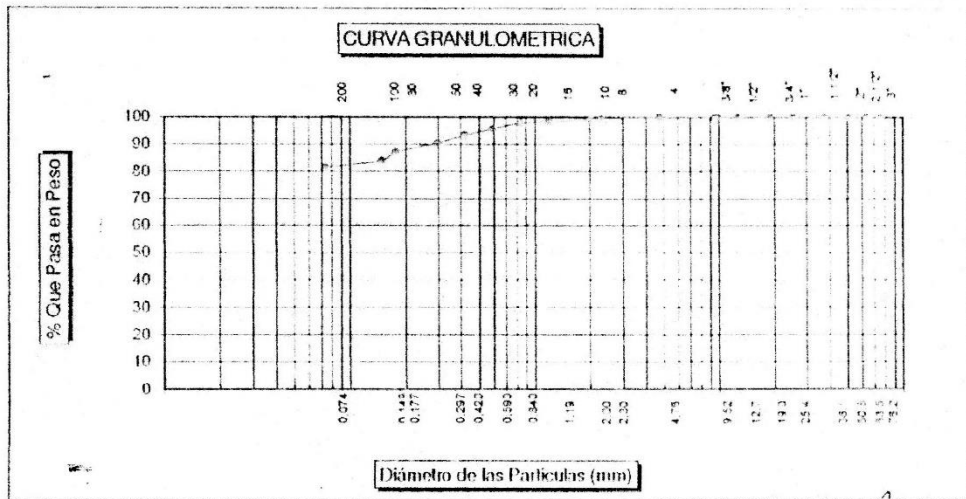
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR

LUGAR : CHICLAYO

FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C2 MUESTRA - M1

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"	
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
2 1/2"	---	0.00	100.00			CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2"	---	0.00	100.00		L.L. : 38.03	L.P. : 22.46
1 1/2"	---	0.00	100.00	0	I.P. : 15.57	I.G. : 0.00
1"	---	0.00	100.00	0	0	
3/4"	---	0.00	100.00	0		
1/2"	---	0.00	100.00		OBSERVACIONES	
3/8"	---	0.00	100.00			
1/4"	---	0.00	100.00			
N° 04	---	0.00	100.00			
N° 08	---	0.00	100.00			
N° 10	1.78	0.89	99.11			
N° 16	---	0.00	99.11			
N° 20	2.32	1.16	97.95			
N° 30	---	0.00	97.95			
N° 40	9.21	4.61	93.35			
N° 50	5.67	2.84	90.51			
N° 80	---	0.00	90.51			
N° 100	12.88	6.44	84.07			
N° 200	5.32	2.66	81.41			
< N° 200	162.82	81.41	0.00			
Peso Inc.	200.00					



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES

EDDY W. DOMESTICA BANCES
 JEFE LABORATORIO

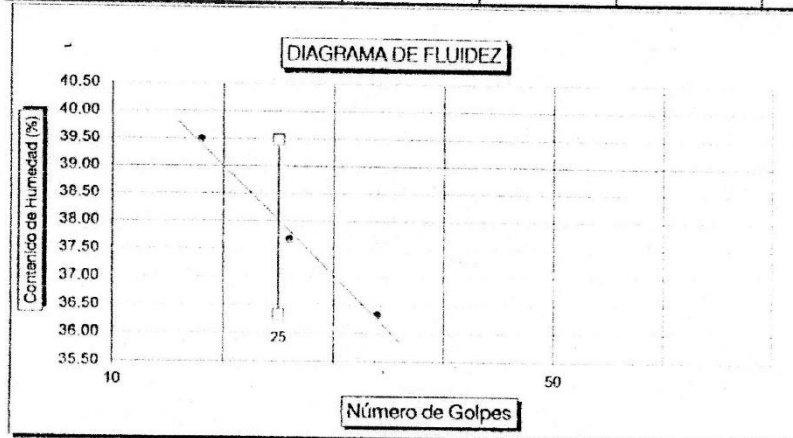
Guillermo H. Vargas Huacata
 INGENIERO CIVIL



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

LIMITES DE ATTERBERG						
NORMA ASTM D - 4318						
SOLICITADO	GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO					
PROYECTO	EDIFICIO MULTIFAMILIAR					
UBICACIÓN	CHICLAYO					
FECHA	JUNIO 2021					
LIMITE LIQUIDO						
	POZO N°2 MUESTRA N°1			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.70 m			PROFUNDIDAD :		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- N° de Golpes	34	26	18	---	---	---
- Recipiente N°	167	166	163	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	48.89	52.86	56.21	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	41.78	44.60	46.65	---	---	---
- Tara (g)	22.21	22.67	22.44	---	---	---
- Peso del Agua (g)	7.11	8.26	9.56	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	19.57	21.93	24.21	---	---	---
- Contenido de agua (%)	36.33	37.67	39.49	---	---	---
LIMITE PLASTICO						
	POZO N°2 MUESTRA N°1			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 0.50 - 1.70 m			PROFUNDIDAD :		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- Recipiente N°	169	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	46.53	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	42.11	---	---	---	---	---
- Tara (g)	22.43	---	---	---	---	---
- Peso del Agua (g)	4.42	---	---	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	19.68	---	---	---	---	---
- Contenido de agua (%)	22.46	---	---	---	---	---



MUESTRA N°	
1	---
L.L.	38.03
L.P.	22.46
I.P.	15.57

CLASIFICACION SUCS	
U	---

CLASIFICACION AASHTO	

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&L

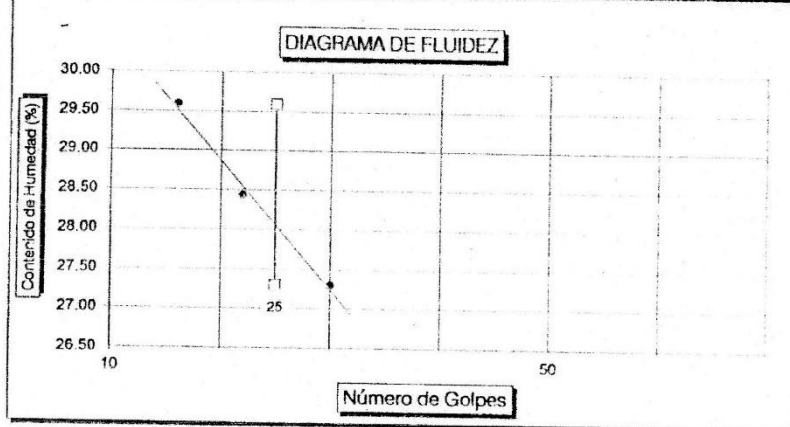
Staphurll
 Guillermo S. Vargas Alvarado
 INGENIERO CIVIL



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

LIMITES DE ATTERBERG						
NORMA ASTM D - 4318						
SOLICITADO	GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO					
PROYECTO	EDIFICIO MULTIFAMILIAR					
UBICACIÓN	CHICLAYO					
FECHA	JUNIO 2021					
LIMITE LIQUIDO						
	POZO N°2 MUESTRA N°2			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 1.70 - 2.20 m			PROFUNDIDAD :		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- N° de Golpes	30	22	16	---	---	---
- Recipiente N°	155	159	150	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	52.85	56.39	59.73	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	45.85	48.43	50.77	---	---	---
- Tara (g)	20.21	20.43	20.49	---	---	---
- Peso del Agua (g)	7.00	7.96	8.96	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	25.64	28.00	30.28	---	---	---
- Contenido de agua (%)	27.30	28.43	29.59	---	---	---
LIMITE PLASTICO						
	POZO N°2 MUESTRA N°2			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 1.70 - 2.20 m			PROFUNDIDAD :		
- Ensayo N°	1			---	---	---
- Recipiente N°	151	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	47.43	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	42.67	---	---	---	---	---
- Tara (g)	20.55	---	---	---	---	---
- Peso del Agua (g)	4.76	---	---	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	22.12	---	---	---	---	---
- Contenido de agua (%)	21.52	---	---	---	---	---



MUESTRA N°	
1	---
L.L.	28.06
L.P.	21.52
I.P.	6.54
CLASIFICACION SUCS	
CL - ML	---
CLASIFICACION AASHTO	

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&L

Stoquer
 Ingeniero S. 1988 N. 1



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0057227

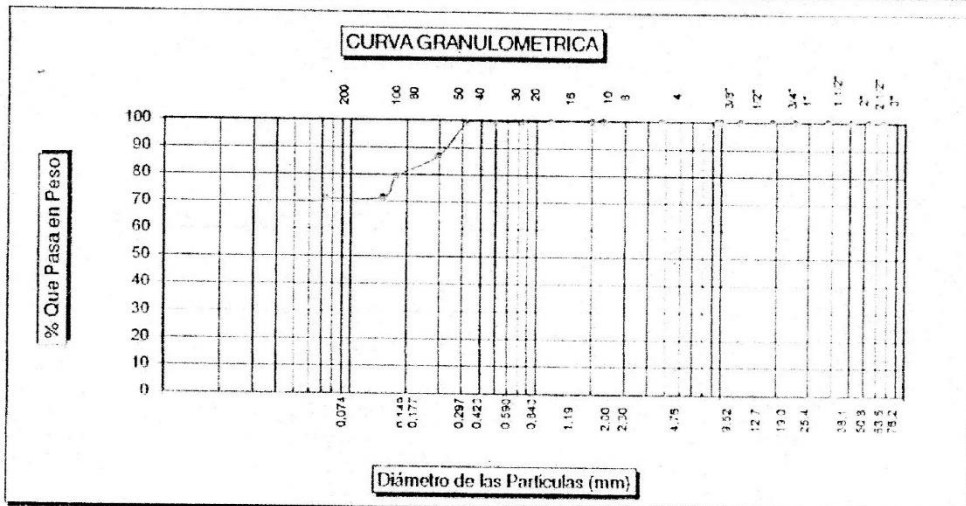
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 LUGAR : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C2 MUESTRA - M2

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA CL - ML arcillas limosas de mediana plasticidad. L.L. : 28.06 L.P. : 21.52 I.P. : 6.54 I.G. : 0.00 0
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		
1 1/2"	---	0.00	100.00		
1"	---	0.00	100.00	0	
3/4"	---	0.00	100.00	0	
1/2"	---	0.00	100.00	0	
3/8"	---	0.00	100.00		
1/4"	---	0.00	100.00		
N° 04	---	0.00	100.00		
N° 08	---	0.00	100.00		OBSERVACIONES PROFUNDIDAD: 1.70 a 2.20 m. ESPESOR DE ESTRATO: 0.50 m.
N° 10	0.44	0.22	99.78		
N° 16	---	0.00	99.78		
N° 20	0.85	0.43	99.36		
N° 30	---	0.00	99.36		
N° 40	1.11	0.56	98.80		
N° 50	23.66	11.83	86.97		
N° 80	---	0.00	86.97		
N° 100	30.65	15.33	71.65		
N° 200	1.19	0.60	71.05		
< N° 200	142.10	71.05	0.00		
Peso Inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES

EDY W. TORRES RANCOS
 JEFE LABORATORIO

Stavros
 Guillermo S. Páez Miranda



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° 59087227

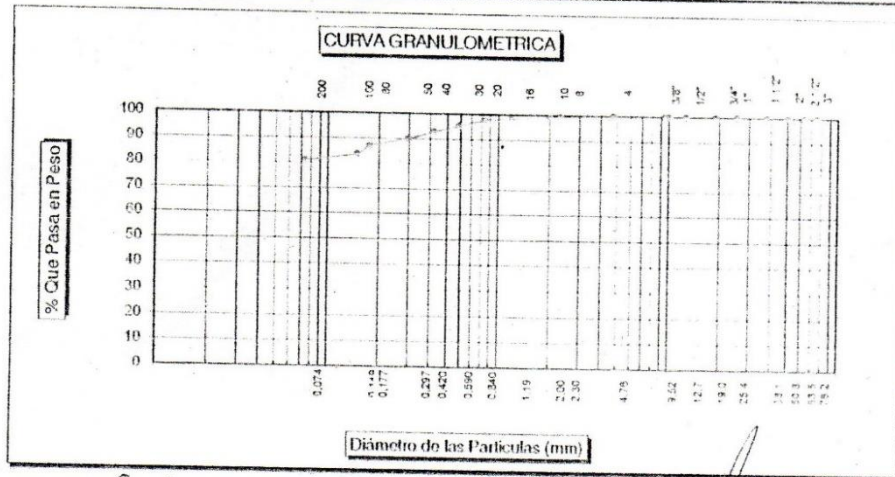
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 472

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 LUGAR : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C2 MUESTRA - M3

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAJO MAXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCION DE LA MUESTRA CL arcillas Inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		
1 1/2"	---	0.00	100.00		
1"	---	0.00	100.00	0	L.L. : 39.43 L.P. : 19.92
3/4"	---	0.00	100.00	0	I.P. : 19.51 I.G. : 0.00
1/2"	---	0.00	100.00	0	
3/8"	---	0.00	100.00		0
1/4"	---	0.00	100.00		
N° 04	---	0.00	100.00		OBSERVACIONES PROFUNDIDAD: 2.20 a 3.00 m ESPESOR DE ESTRATO: 0.80 m
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	1.93	0.97	99.04		
N° 16	---	0.00	99.04		
N° 20	2.66	1.33	97.71		
N° 30	---	0.00	97.71		
N° 40	9.54	4.77	92.94		
N° 50	5.67	2.84	90.10		
N° 80	---	0.00	90.10		
N° 100	12.78	6.39	83.71		
N° 200	5.92	2.96	80.75		
< N° 200	161.50	80.75	0.00		
Peso Inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W NORIEGA BANCES
 INGENIERO CIVIL

Guillermo S. Vargas Noriega
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 34354



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES
LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S9087227

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN : CHICLAYO
FECHA : JUNIO 2021

C-2

DATOS:

		Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
$\phi =$	9.00 °			
$C =$	0.411 Kg/cm ²	Nc	7.92	6.81
$\gamma =$	1.394 gr/cm ³	Nq	2.25	1.72
$Df =$	1.80 m	Ny	1.03	0.57
$B =$	1.50 m			

FALLA GENERAL

$$q_d = C \cdot N_c + \gamma \cdot Df \cdot N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_y$$

$$q_d = 39.3 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 3.93 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 1.31 \text{ Kg/cm}^2$$

FALLA LOCAL

$$q_d = (2/3)C \cdot N_c + \gamma \cdot Df \cdot N_q + 0.5 \gamma \cdot B \cdot N_y$$

$$q_d = 23.57 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.36 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 0.79 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

γ = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N_c, N_q, N_y = Factores de carga.

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
Y OBRAS CIVILES

EDY W. MORAÑA BANCES
J. L. LABORATORIO
L&L

Guillermo A. Trigueros Miranda
INGENIERO CIVIL
CIP 34354



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

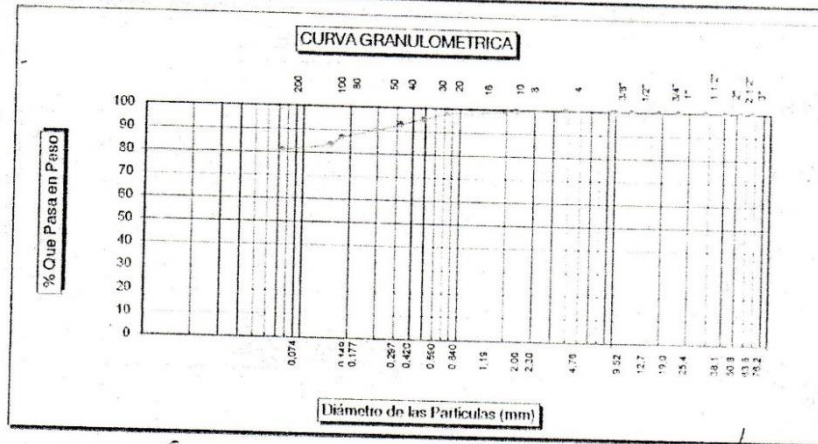
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 LUGAR : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C3 MUESTRA - M1

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA CL arcillas inorgánicas con débil o mediana plasticidad. L.L. : 38.73 L.P. : 23.64 I.P. : 15.09 I.G. : 0.00 0 OBSERVACIONES PROFUNDIDAD: 0.60 a 1.90 m. ESPESOR DE ESTRATO: 1.30 m.
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		
1 1/2"	---	0.00	100.00		
1"	---	0.00	100.00	0	
3/4"	---	0.00	100.00	0	
1/2"	---	0.00	100.00	0	
3/8"	---	0.00	100.00		
1/4"	---	0.00	100.00		
N° 04	---	0.00	100.00		
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	1.83	0.92	99.09		
N° 16	---	0.00	99.09		
N° 20	2.61	1.31	97.78		
N° 30	---	0.00	97.78		
N° 40	9.79	4.90	92.89		
N° 50	5.66	2.83	90.06		
N° 80	---	0.00	90.06		
N° 100	12.65	6.33	83.73		
N° 200	5.78	2.89	80.84		
< N° 200	161.68	80.84	0.00		
Peso Inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&I

Gustavo P. Tenorio
 INGENIERO CIVIL
 CIP 34324



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645334

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

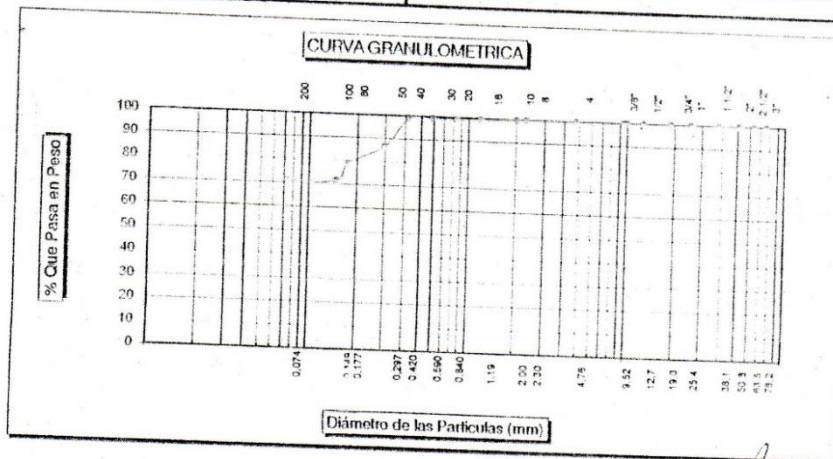
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA ASTM D - 422

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 LUGAR : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

CALICATA - C3 MUESTRA - M2

Tamices ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Que Pasa	Especificaciones	TAMAÑO MÁXIMO 1/4"
3"	---	0.00	100.00		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA CL - ML, arcillas limosas de mediana plasticidad.
2 1/2"	---	0.00	100.00		
2"	---	0.00	100.00		L.L. : 28.40 L.P. : 21.53
1 1/2"	---	0.00	100.00		I.P. : 6.87 I.G. : 0.00
1"	---	0.00	100.00	0	0
3/4"	---	0.00	100.00	0	
1/2"	---	0.00	100.00	0	OBSERVACIONES
3/8"	---	0.00	100.00		
1/4"	---	0.00	100.00		PROFUNDIDAD: 1.90 a 2.60 m.
N° 04	---	0.00	100.00		ESPESOR DE ESTRATO: 0.70 m.
N° 08	---	0.00	100.00		
N° 10	0.45	0.23	99.78		
N° 16	---	0.00	99.78		
N° 20	0.92	0.46	99.32		
N° 30	---	0.00	99.32		
N° 40	0.32	0.16	99.16		
N° 50	25.19	12.60	86.56		
N° 80	---	0.00	86.56		
N° 100	30.45	15.23	71.34		
N° 200	0.96	0.48	70.86		
< N° 200	141.71	70.86	0.00		
Peso Inc.	200.00				



ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA RANCES
 JEFE LABORATORIO
 L&L

Leandro Pastor
 Leandro A. Pastor Bonada
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 34354



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

LIMITES DE ATTERBERG
 NORMA ASTM D - 4318

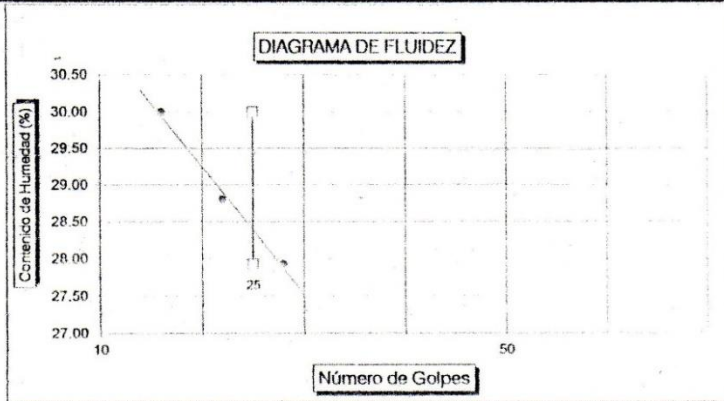
SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : CHICLAYO
 FECHA : JUNIO 2021

LIMITE LIQUIDO

	POZO N°3 MUESTRA N°2			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 1.90 - 2.60 m				PROFUNDIDAD :	
- Ensayo N°	1			---	---	---
- N° de Golpes	28	22	16	---	---	---
- Recipiente N°	410	419	417	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	48.66	52.06	55.43	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	42.89	45.43	47.84	---	---	---
- Tara (g)	22.23	22.41	22.54	---	---	---
- Peso del Agua (g)	5.77	6.63	7.59	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	20.66	23.02	25.30	---	---	---
- Contenido de agua (%)	27.93	28.80	30.00	---	---	---

LIMITE PLASTICO

	POZO N°3 MUESTRA N°2			POZO N°	MUESTRA N°	
	PROFUNDIDAD : 1.90 - 2.60 m				PROFUNDIDAD :	
- Ensayo N°	1			---	---	---
- Recipiente N°	414	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Húmedo + Tara (g)	36.59	---	---	---	---	---
- Peso Suelo Seco + Tara (g)	34.11	---	---	---	---	---
- Tara (g)	22.59	---	---	---	---	---
- Peso del Agua (g)	2.48	---	---	---	---	---
- Peso del Suelo Seco (g)	11.52	---	---	---	---	---
- Contenido de agua (%)	21.53	---	---	---	---	---



MUESTRA N°	
1	---
L.L.	28.40
L.P.	21.53
I.P.	6.87

CLASIFICACION SUCS	
CI - MI	---

CLASIFICACION AASHTO	

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES
 EDY W. NORIEGA RANCES
 JEFE LABORATORIO

Esteban S. Diego Miranda
 INGENIERO CIVIL



SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
 MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 LEANDRO PASTOR N° 141 - LAMBAYEQUE
 TELÉFONO - 284230 - CELULAR 97-9645331

REGISTRO CONSUCODE N° S0087227

SOLICITADO : GUSTAVO RAFAEL PEREZ TENORIO
 PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : CHICLAYO

CALICATA : C-2
 FECHA : JUNIO 2021

DATOS:

		Coef. Factor de Carga	Falla General	Falla Local
ϕ	9.00 °			
C	0.411 Kg/cm ²			
g	1.394 gr/cm ³	Nc	7.92	6.81
Df	1.80 m	Nq	2.25	1.72
B	1.50 m	Ng	1.03	0.57

FALLA GENERAL

$$q_d = 1,3 \cdot C \cdot N_c + g \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot g \cdot B \cdot N_q$$

$$q_d = 48.85 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 4.89 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 1.63 \text{ Kg/cm}^2$$

FALLA LOCAL

$$q_d = 1,3 \cdot (2/3) \cdot C \cdot N_c + g \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot g \cdot B \cdot N_q$$

$$q_d = 29.05 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.91 \text{ Kg/cm}^2$$

Factor de seguridad (FS=3)

$$q_{adm} = 0.97 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

g = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

Nc Nq Ng = Factores de carga.

ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y OBRAS CIVILES

EDY W. NOBREGA BANCES
 JEFE LABORATORIO
 L.S.C.

Guillermo H. Viquez Rosada
 INGENIERO CIVIL
 CIP 52324

“EDIFICIO MULTIFAMILIAR SAN RAFAEL”

Anexo 3: Panel Fotográfico
Recolección de datos de vivienda



Fuente: Elaboración propia

Verificando dirección de vivienda

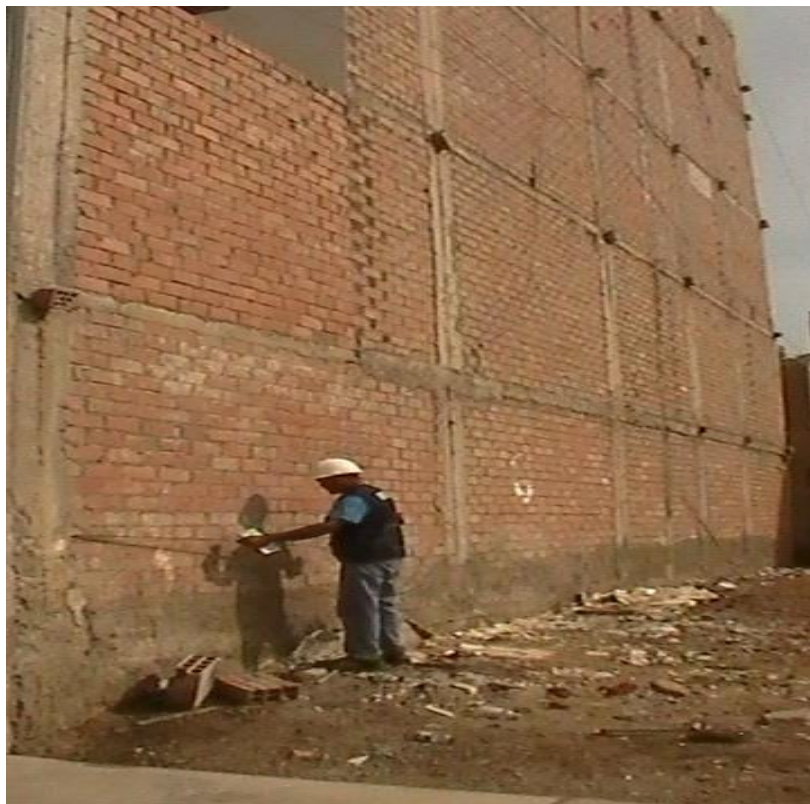


Fuente: Elaboración propia

Verificando daños de estructuras existente



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN SÍSMICA ESTRUCTURAL Y REFUERZO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO SAN RAFAEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2021", cuyo autor es RUIZ VILELA FELIX RAFAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 31 de Marzo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO DNI: 70407573 ORCID: 0000-0003-0254-301X	Firmado electrónicamente por: SLEYTHER el 31-03- 2022 19:40:40

Código documento Trilce: TRI - 0293613